

SPIEKER

LANDESKUNDLICHE BEITRÄGE UND BERICHTe

Herausgegeben von der Geographischen Kommission für Westfalen
von Wilhelm Müller-Wille und Elisabeth Bertelsmeier

21

MANFRED HOFMANN

**Ökotope und ihre Stellung in der
Agrarlandschaft**

Erläutert an einem Profil durch das Moerser Land/Niederrhein

JULIUS WERNER und JÜRGEN SCHWETER

**Hydrogeographische Untersuchungen im
Einzugsgebiet der Stever/Kernmünsterland**

1973

Im Selbstverlag der Geographischen Kommission für Westfalen

Bezug durch den Selbstverlag, 44 Münster (Westf.), Robert-Koch-Straße 26,
Geographische Kommission (Institut für Geographie und Länderkunde).
Schriftleitung: Dr. Elisabeth Bertelsmeier

Druck und Klischees: C. J. Fahle GmbH, 44 Münster (Westf.)

MANFRED HOFMANN

Okotope und ihre Stellung in der Agrarlandschaft

Erläutert an einem Profil durch das Moerser Land/Niederrhein
mit 15 Abbildungen, 4 Tabellen

Promotionsschrift, die im Institut für Geographie und Länderkunde der Universität Münster (Westf.) bei Herrn Prof. Dr. Hambloch entstand und von der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät angenommen wurde. Die mündliche Prüfung war am 24. und 25. April 1969.

Inhalt

	Seite
Einleitung	1
<u>1. Kapitel: Begriffe und Methoden der ökologischen Landschaftsforschung</u>	2
I. Begriffe	2
1. Ökologie und ökologische Landschaftsforschung . . .	2
2. Grundeinheit der ökologischen Landschaftsforschung	9
II. Methoden	18
1. Auffindung und Abgrenzung der Ökotope	18
2. Vergesellschaftung und Systematik der Ökotope . . .	30
<u>2. Kapitel: Die Ökotope des Moerser Landes</u>	37
I. Lage und Abgrenzung des Untersuchungsgebietes	37
II. Natürliche Ausstattung des Untersuchungsgebietes . .	38
1. Untergrund	38
2. Relief	41
3. Klima	45
4. Gewässer	49
5. Auswirkung der Klima- und Feuchteverhältnisse auf Vegetation und Anbau	51
6. Änderung der Grundwasserverhältnisse	55
III. Katalog der Ökosystemtypen	56
IV. Das Gefüge der Ökotope im Moerser Land	58
1. Die ökologische Verwandtschaft der Ökosysteme . . .	58
2. Die Vergesellschaftung der Ökotope	66
V. Ergebnis und Vergleich mit bisherigen Untersuchungen .	73
<u>3. Kapitel: Die Stellung der Ökotope in der Agrarlandschaft</u>	78
I. Ökotope und Hauptausdrucksformen der Agrarlandschaft	78
1. Ökotope und ländliche Siedlung	78
2. Ökotope, Flur- und Parzellenformen	81
3. Ökotope und ländliches Wegenetz	83
4. Ökotope, Nutzungsart und Anbau	84

VI

	Seite
II. Anpassung an sich wandelnde ökologische Bedingungen	101
III. Bessere Ausnutzung des ökologischen Potentials . . .	104
IV. Integration der Ökotope in der Kulturlandschaft . . .	111
Zusammenfassung	119
Literatur	122

Abbildungen

1. Das Untersuchungsgebiet	37
2. Mittlere Zahl der heiteren und trüben Tage 1887-1930.	44
3. Zunahme des Jahresniederschlags in W-O-Richtung . . .	44
4. Monatssummen des Niederschlags in W-O-Richtung . . .	46
5. Tage mit Niederschlag im Mittel 1891-1930	48
6. Jahresgang des Niederschlags im Mittel 1891-1930 . .	48
7. Lage der Ausschnitte der Nutzungskartierung	100

Im Anhang

Beilage

8. Grundwasserstand im Moerser Land.	1
9. Das Ökotopgefüge des Moerser Landes	2
10. Versuch einer Klassifikation der vorgefundenen Ökosysteme	3
11. Ökotopgesellschaften und Naturräume des Moerser Landes.	4
12. Ökosysteme und Nutzungsarten	5
13. Ökosysteme und landwirtschaftliche Nutzung	6
14. Ökotope und landwirtschaftliche Nutzung	7
15. Bodenfeuchte bei Grünland-, Wald- und Ackernutzung. .	8

Tabellen im Anhang

1. Klassifikation der Ökosysteme nach dem Grad
der ökologischen Verwandtschaft
2. Vergesellschaftung der Ökotope im Untersuchungsgebiet
3. Die Ökosystemtypen und ihre Nutzung
4. Die Ökosystemtypen und ihre landwirtschaftliche Nutzung

E i n l e i t u n g

In der vorliegenden Arbeit wird der Versuch unternommen, an einem Ausschnitt aus dem Moerser Land die Korrelation zwischen Natur- und Kulturraum in der heutigen Kulturlandschaft zu beleuchten. Zu diesem Zwecke werden die Ökotope des Untersuchungsgebietes als Repräsentanten des naturbedingten Wirkungsfüges den kulturbedingten Differenzierungen der heutigen Agrarlandschaft des gleichen Gebietes gegenübergestellt.

Ein Vergleich der hier herausgestellten Ökotope mit den 1953 von Paffen für das Untersuchungsgebiet beschriebenen Landschaftszellen führte zu Überlegungen über das Wesen und die Möglichkeiten der Auffindung und Abgrenzung der Ökotope und gab Anlaß, über die Begriffe und Ziele der Ökologie und der ökologischen Landschaftsforschung nachzudenken. So wurde den Kapiteln, die sich speziell mit den ökologischen Differenzierungen des Untersuchungsgebietes und ihrer Stellung in der Agrarlandschaft befassen, ein methodisch-theoretisches Kapitel vorausgeschickt, das zur Klärung der Begriffe der ökologischen Landschaftsforschung beitragen, eine Methode zur Auffindung und Abgrenzung der Ökotope und Möglichkeiten der Zusammenfassung dieser kleinen Einheiten aufzeigen soll.

1. K a p i t e l

B e g r i f f e u n d M e t h o d e n d e r ö k o l o -
g i s c h e n L a n d s c h a f t s f o r s c h u n g

I. Begriffe

Die Besinnung auf das Wesen der ökologischen Landschaftsforschung und ihrer kleinsten ökologischen Einheiten, der Ökotope, soll ihren Ausgang nehmen von den zentralen Begriffen: Ökologie und ökologische Landschaftsforschung.

1. Ökologie und ökologische Landschaftsforschung

Beide Bezeichnungen kommen aus dem Bereich der Biologie und werden dort bis heute verwendet. Den Begriff "Ökologie" hat zuerst Haeckel 1866 geprägt und dann in späteren Werken mehrfach wiederaufgenommen. Bis zur Jahrhundertwende fand der Terminus jedoch wenig Widerhall. Erst über das Werk des Dänen Warming (1895, 1896, 1909) ging er in die Weltliteratur ein und erfreute sich danach besonders in der angelsächsischen Literatur bald großer Beliebtheit. Dort waren es insbesondere Clements (1905, 1907, 1916), Cowles (1899, 1901, 1902, 1911) und Shelford (1913), die durch ihre Forschungen das Gedanken- gut der Ökologie vertieften und durch ihre Publikationen verbreiteten. In gleicher Richtung wirkten auch die 1913 in England und 1916 in Amerika gegründeten "Ecological Societies" durch ihre Veranstaltungen und Veröffentlichungen. Mit dem sich mehrenden Beobachtungsmaterial, dem wachsenden Einblick in die inneren Zusammenhänge und durch die bereits erzielten Erfolge gewann die Ökologie in unserem Jahrhundert immer mehr an Bedeutung.

Über die D e f i n i t i o n der Ökologie gibt es verschiedene Auffassungen, die daher rühren, daß man den Umfang der Ökologie verschieden weit bestimmt. 1866 definierte Haeckel: "Unter Oecologie verstehen wir die gesamte Wissenschaft von den Beziehungen des Organismus zur umgebenden Außenwelt, wozu wir im weiteren Sinne alle Existenzbedingungen rechnen können. Diese sind teils organischer, teils anorganischer Natur" (S. 286). Haeckel nimmt diesen Begriff 1870 mit besonderer Bezugnahme auf die Tiere wieder auf, weitet ihn aus

und bezeichnet die Ökologie als "die Lehre von der Oeconomie, von dem Haushalt der thierischen Organismen" (Haeckel, 1870, S. 365). In anderem Zusammenhang bestimmte er als den Gegenstand dieser Wissenschaft "die sogenannte Oeconomie der Natur, die Wechselbeziehungen aller Organismen, welche an einem und demselben Ort miteinander leben" (Haeckel, 1879, S. 668). In allen Definitionen betrachtete Haeckel die Erforschung der Beziehungen zwischen Organismus und Umwelt als den Gegenstand der Ökologie, gleichgültig, ob er entweder den einzelnen Organismus oder die Vielzahl der Organismen und deren Umwelt betont, und ob unter Umwelt hier mehr die Einwirkungen von seiten der unbelebten, dort mehr diejenigen von seiten der belebten Mitwelt verstanden werden. Die Möglichkeit, bei der ökologischen Forschung einmal stärker den Akzent auf den Einzelorganismus zu legen, zum anderen auf die Lebensgemeinschaft, veranlaßte um die Jahrhundertwende Schröter und Kirchner, eine begriffliche Scheidung in Aut- und Synökologie vorzunehmen; derzufolge erhielt die Autökologie (1896) die Aufgabe, die Beziehungen zwischen einem Einzelorganismus und seiner Umwelt zu ergründen. Die Synökologie (1902) dagegen sollte sich mit den Beziehungen befassen, die aus der großen Anzahl der nebeneinander existierenden Lebewesen und ihrer Umwelt erwachsen. Letztere beschäftigt sich deshalb im wesentlichen mit den Lebensgemeinschaften und deren Umwelt.

Im ersten Drittel unseres Jahrhunderts löste sich der Begriff "Ökologie" von der Biologie. Die "American Ecological Society" nämlich, die Mitglieder zahlreicher Wissenschaftsrichtungen in sich vereinte, versuchte, die Ökologie "zu einer Art inter-fakultativer Dachwissenschaft zu erheben, die für alle Forschungsbereiche, die sich mit dem Problem der Beziehungen zwischen Leben und Umwelt befaßten, die methodische Grundlage abgeben sollte" (Fuchs, 1967, S. 84). Trotz der enormen Ausdehnung der Aufgabe und Zielsetzung der Ökologie, der zufolge sie verschiedene Wissenschaftsbereiche umspannen sollte, wahrte man dennoch einen Grundgedanken, nämlich den, daß die Ökologie die Lehre von dem Wechselwirkungsgefüge zwischen den Lebewesen und der Umwelt (life - environment) sei. Auch die Auffassung der Geographie als "human ecology" (Barrows, 1923), die gleich-

falls von der "American Ecological Society" beeinflusst wurde, brachte diesen Gedanken zum Ausdruck, bestand doch ihr Ziel in der Erforschung der räumlich-zeitlichen Differenzierungen im Wechselwirkungsgefüge zwischen den menschlichen Lebewesen und deren soziologischen Gruppierungen, die unter dem Einfluß der Umweltverhältnisse zustande gekommen sind ¹⁾.

Die in neuerer Zeit von deutschen Autoren, Weber (1941, 1942), Thienemann (1936, 1939, 1942, 1956) und Friederichs (1927, 1937, 1957), vertretenen Auffassungen über Ökologie stehen den amerikanischen an Weite nicht nach. Von Weber stammt der Ausdruck, daß die Ökologie eine "Dachwissenschaft" sei (1941, S. 157). Friederichs greift das Bild von der Ökologie als Dachwissenschaft (1957, S. 118 ff.) erneut auf und formuliert: "daß in ihr eine Art Zusammenfassung alles in den ((naturwissenschaftlichen)) Fächern Erreichten stattfindet". Doch bekennt sich auch Friederichs entschieden dazu, trotz seiner alle Naturwissenschaften umspannenden Fassung der Ökologie, daß das Leben bzw. die Lebewesen bei jeder ökologischen Forschung den Bezugspunkt abgeben. Denn seine Definition der Ökologie lautet einmal in einer engeren "bioökologischen" Form: Ökologie ist "die Wissenschaft von den Gefügen (Systemen) des Lebens mit anderem Leben und der sonstigen Umwelt" (1957, S. 124), zum anderen in einer allgemeineren "holographischen" Form: Ökologie ist die Wissenschaft von den "Beziehungen der Naturerscheinungen zueinander... mit dem Leben als Mittelpunkt".

Bei einer Durchsicht der Literatur bemerkt man jedoch, daß sich die zuletzt wiedergegebene umfassendere Definition der Ökologie keineswegs allgemeiner Anerkennung erfreut. Denn die gängigen Definitionen des Begriffes Ökologie werden enger gefaßt. Ihnen zufolge versteht man heute unter Ökologie eine selbständige Wissenschaft oder eine Fachrichtung innerhalb der Biologie, die sich mit dem Studium der Wechselwirkungen der Lebewesen mit ihrer leblosen und lebenden Umwelt beschäftigt ²⁾. Das Adjektiv ökologisch wird all jenen Kräften und Gegebenheiten zugesprochen, die in dem Wirkungsgefüge zwischen den Organismen und den Umweltverhältnissen eine Rolle spielen.

Die weiter gefaßte Bestimmung der Ökologie wurde hier dennoch in dieser Breite entwickelt, weil selbst diese, genau wie die engeren Definitionen, den Grundgedanken zum Ausdruck bringt, der für das spätere Verständnis der Begriffe ökologische Landschaftsforschung und Landschaftsökologie wichtig wird, nämlich den, daß bei jeder ökologischen Forschung die Lebewesen im Mittelpunkt stehen, weil sie den Bezugspunkt bilden.

Das Wirkungsgefüge zwischen den Lebewesen und der Umwelt steht für den Ökologen im Mittelpunkt des Interesses; doch gehören auch die räumliche Festlegung der Verbreitungsgebiete der Lebensgemeinschaften und die arealmäßige Erfassung der Wechselwirkungsgefüge in seinen Aufgabenbereich. Erst wenn die gewonnenen Areale oder Wirkungsgefüge zum Ausgangspunkt für eine Beschreibung des Antlitzes der Erdoberfläche werden oder Anlaß geben, die Gestalt eines Teiles der Erdoberfläche, z.B. einer Landschaft, zu erklären, gelangt man in den Bereich der Geographie.

Die ö k o l o g i s c h e L a n d s c h a f t s f o r -
s c h u n g , die eine spezielle Forschungsrichtung innerhalb der Geographie darstellt, versucht nun, die Landschaft entweder als Gestalt der Erdoberfläche zu begreifen, die durch jenes ökologische Wechselwirkungsgefüge zwischen Leben und Umweltbedingungen geformt wurde, oder sie bemüht sich, die Landschaft in einer mehr dynamischen Betrachtungsweise als den jeweiligen sichtbaren Ausdruck des Gleichgewichtszustandes zu verstehen, zu dem die ökologisch wirksamen Kräfte führen, die von den Lebewesen und von den Umweltbedingungen ausgehen. In gleicher Weise beschreibt sie auch Troll, der die ökologische Landschaftsforschung vielseitig förderte und für sie 1938 den Begriff "Landschaftsökologie" prägte vgl. Troll, (1966 b, S. 67), nämlich als "das Studium des gesamten in einem bestimmten Landschaftsausschnitt herrschenden komplexen Wirkungsgefüges zwischen den Lebensgemeinschaften (Biozönosen) und ihren Umweltbedingungen" (Troll, 1966 a, S. 11 f).

Zwischen der ökologischen Forschung und der von der Geographie betriebenen ökologischen Landschaftsforschung bestehen demnach

vielfältige Berührungspunkte. Letztere baut auf jener auf, indem sie deren Ergebnisse ihrer eigenen Zielsetzung gemäß wertet und verarbeitet. Als Konsequenz ergibt sich, daß eine ökologische Landschaftsforschung nur möglich ist, wenn ein ökologisches Kräftespiel, d.h. ein Wechselwirkungsgefüge zwischen Lebewesen und Umweltbedingungen vorliegt und Beachtung findet. Eine Landschaftsforschung ohne Bezugnahme auf die Lebewesen verläßt gleich einer solchen, die die Lebewesen zwar als einen der nach dem länderkundlichen Schema zu ermittelnden Faktoren erfaßt, nicht aber zum Bezugspunkt für das jeweilige Wirkungsgefüge erhebt, die gemeinsame ökologische Basis und ist nicht mehr berechtigt, sich ökologisch zu nennen.

Diese Konsequenz wird nicht immer beachtet, besonders dann, wenn die Bedeutung der Ökologie zu weit gefaßt und bereits jegliches Beziehungsgefüge zwischen Geofaktoren, selbst solcher aus dem rein anorganischen Bereich, ohne Bezugnahme auf die Organismen als Ökologie bezeichnet wird ³⁾.

So schreibt Klink (1966, S. 14) z.B.: "Die Vollwüste bildet den Grenzfall. Auch sie kann landschaftsökologisch betrachtet werden." Diese Formulierung führt dann zu einem abweichenden Verständnis von ökologischer Landschaftsforschung, wenn man aus dem Fehlen von Lebewesen folgert, daß sie nicht notwendigerweise den Bezugspunkt abgeben müssen. Was Klink als Möglichkeit angibt, wird von Herz und Andreas (1966, S. 260 - 272) in der Tat vollzogen. Denn diese beiden Autoren nennen bereits eine Ermittlung der Korrelation von Meßwerten aus dem rein anorganischen Bereich, z.B. die der Beziehungen zwischen dem Witterungsgang, der Auftautiefe und des Abschmelzvorganges des Bodeneises sowie der Schwankungen der Bodenfeuchte im periglazialen Bereich auf Spitzbergen, Ökologie. Derartige Interpretationen des Ökologiebegriffes, bei denen Ökologie lediglich als Kunde von einem Beziehungsgefüge der Landschaftsbildner verstanden wird, ohne daß dabei die Lebewesen den Bezugspunkt für die betreffenden Faktoren abgeben, ja sogar ganz fehlen können, stehen im Gegensatz zu der ursprünglichen von Haeckel gegebenen Bedeutung des Ökologiebegriffes und entfernen sich von der heute gängigen Auffas-

fassung in der Biologie.

Autoren, die einer derartigen weiten Interpretation des Ökologiebegriffes folgen, betreiben eine Art der Landschaftsforschung, die durchaus berechtigt ist, für die aber eine andere Bezeichnung gefunden werden müßte. Eine gewisse, wenngleich nicht voll befriedigende Unterscheidung zwischen beiden Richtungen ließe sich erreichen, wenn man letztere Art der Landschaftsforschung nicht als ökologisch, sondern als "landschafts-ökologisch" bezeichnete, also durch ein anderes Adjektiv kennzeichnete, das man von dem weniger mißverständlichen Terminus "Landschaftsökologie" ableitet, der neuerdings vielfach in dem besagten Sinne verwandt wird ⁴⁾. Man müßte dann aber diesen Terminus durchgehend verwenden. Zu empfehlen wäre jedoch, den Begriff Ökologie bzw. das Adjektiv ökologisch nur noch im strengeren Sinne zu verwenden und auf die Bezeichnung "Landschaftsökologie" und "landschaftsökologisch" ganz zu verzichten, einmal weil es verwirrt, wenn zwei benachbarte Wissenschaften das gleiche Grundwort in verschiedenen Bedeutungen verwenden, zum anderen, da dem in der Biologie üblichen Verständnis des Ökologiebegriffes Priorität zukommt. Es besteht zudem keine Notwendigkeit, den Begriff umzuprägen, weil es möglich ist, für den angestrebten Sachverhalt andere treffendere Termini zu finden, die nicht mit bereits festgelegten kollidieren und die schon durch ihre Wortbildung zum Ausdruck bringen, daß es sich um eine spezielle geographische Forschung handelt. Insbesondere bietet sich der Begriff "Synergetik" an, der von Schmithüsen und Netzel (1962/63, S. 286) in den "Vorschlägen zu einer internationalen Terminologie geographischer Begriffe..." geprägt wurde. Um diesen Begriff für die Geographie zu präzisieren, ist eine Wortbildung mit "Geo", nämlich "G e o s y n e r g e t i k" vorzuziehen weil man damit von vornherein zu erkennen gibt, welche Art von Synergetik gemeint wird ⁵⁾.

Gegen den Begriff Landschaftsökologie, der soviel bedeutet wie Ökologie der Landschaft, läßt sich außerdem einwenden, daß die Kombination der Worte Landschaft und Ökologie wenig Aussagekraft besitzt, solange man Ökologie im herkömmlichen Sinne

verwendet und die Landschaft nicht als Organismus versteht. Faßte man die Landschaft als Organismus auf⁶⁾, so müßte man dem ökologischen Modell entsprechend die Beziehungen der zu untersuchenden Landschaft (= Organismus) zu ihrer Umwelt (= benachbarte Landschaften und Einwirkungen der Außenfaktoren) untersuchen, also mit Winkler (1933, 1949) und Schrepfer (1942) folgerichtig von einer Umweltlehre der Landschaft sprechen. Die die Landschaft selbst gestaltenden inneren Kräfte müßten außerhalb der Betrachtung bleiben. Denn sie zu erfassen, ist Aufgabe der Physiologie bzw. der Landschaftsphysiologie als der Lehre von dem Zusammenwirken der Kräfte in einem Organismus.

Versteht man unter "Landschaftsökologie" endlich die Lehre von dem "Landschaftshaushalt", indem man die aus dem Griechischen stammende Wortbildung Ökologia (ὄικλογία) mit Haushaltslehre übersetzt, so bedenkt man dabei nicht, daß eine Landschaft strenggenommen gar keinen Haushalt haben kann, gleichgültig, ob man sie als Gestalt eines kleinen Erdraumes auffaßt, die von den verschiedenen Landschaftsbildnern bewirkt wird, oder als sichtbaren Ausdruck des Gleichgewichtes zwischen den Kräften oder als offenes System. Denn die Gestalt eines Erdraumes, der sichtbare Ausdruck eines Kräftespiels wie auch das Gleichgewicht oder das offene System, die eine Landschaft darstellen, sind ganz von den jeweils wirkenden Kräften und deren Größen abhängig. Sie selbst vermögen nicht, die Gestalt des Raumes oder die Lage des ihnen eigenen Gleichgewichtes zu beeinflussen, etwa die Form zu verändern oder z.B. die Einstellung des Gleichgewichtszustandes zu verzögern, sie anzuhalten, zu beschleunigen oder ihr gar entgegenzuarbeiten, wie das allein den Lebewesen möglich ist. Letzteren kommt damit als einzigen die Möglichkeit zu, nach Bedarf das Kräfte-reservoir in ihrem Sinne selbsttätig zu regulieren, und nur sie vermögen somit, einen Haushalt zu führen, weil für die Haushaltsführung eine derartige selbständige Regulierung nach Bedarf erforderlich ist. Bei einer Landschaft läßt sich allenfalls im übertragenen Sinne von einem Haushalt sprechen. Es erscheint daher richtiger, die Be-

zeichnung Landschaftshaushalt zu vermeiden, da man bei einer Landschaft im strengen Sinne nur eine Bilanzierung der Ein- und Ausgänge durchführen kann, wenn man sie als offenes System eines kleinen Erdraumes ansieht, oder eine Analyse der bewirkenden Kräfte erreichen kann, wenn man sie als Gestalt oder als sichtbaren Ausdruck des Gleichgewichtes versteht.

Demgemäß verwende ich "ökologische Landschaftsforschung" für jene spezielle Landschaftsforschung innerhalb der Geographie, bei der die Lebewesen oder die Lebensgemeinschaften den Bezugspunkt für die einzelnen Faktoren oder das gesamte Wechselwirkungsgefüge des jeweiligen Untersuchungsgebietes bilden, und "Geosynergetik" für eine Landschaftskunde im Sinne einer allgemeinen synoptischen Betrachtungsweise, bei der die Lebewesen allenfalls eine den vielen anderen Geofaktoren gleichberechtigte Rolle spielen.

2. Grundeinheit der ökologischen Landschaftsforschung

Auf Grund ihrer verschiedenen Ansatzpunkte komme beide Richtungen zu unterschiedlichen Grundeinheiten, so daß es notwendig ist, diese von vornherein begrifflich klar auseinanderzuhalten ⁷⁾, was bislang entweder gar nicht oder nicht streng genug geschehen ist. Im deutschsprachigen Bereich hat sich, ausgehend von Troll ⁸⁾, für diese Grundeinheit ganz allgemein der Ausdruck Ökotope eingebürgert ⁹⁾, wobei es nur von Fall zu Fall möglich ist zu unterscheiden, ob dieser Terminus eine Raumgestalt, d.h. die Gesamtheit von Inhalt und Raum (Troll, 1966 a, S. 39 f; Paffen, 1953, S. 88) oder nur die Fläche der kleinsten Einheit (Haase, 1961 b, vgl. bes. S. 31) oder den Typus des Wirkungsgefüges auf dieser Grundeinheit (Schmithüsen, 1961, S. 80 und 1968, S. 126) meint. Troll (1950) versteht unter Ökotope die "kleinsten Raumgebilde oder Bausteine einer geographischen Landschaft... (die) in sich ökologisch homogene, aber in der Mehrzahl vorhandene Standorteinheiten" (nach Sammelband: Troll, 1966 a, S. 31 ff.) darstellen. Es bleibt offen, in welchem Sinne ökologisch hier zu verstehen ist, Doch beruft sich Troll einmal auf Tansley, der den Ökotopebegriff bereits 1939 auf die Organis-

men bezogen, also im Sinne der ökologischen Landschaftsforschung, anwandte. Außerdem nennt Troll seine Ökotope Standorteinheiten und sagt, daß sie den Biotopen der Biologen entsprechen ¹⁰⁾, was ebenfalls auf ein Verständnis dieser Grundeinheiten im Sinne der ökologischen Landschaftsforschung hindeutet. Andererseits gibt er an, daß sich seine Ökotope mit den "Mikroräumen" Passarges oder den "Kleinräumen" von Granö decken, die nicht ökologisch bestimmt sind. 1963 wird der Ökotyp von Troll als die "kleinste Einheit" innerhalb der "verschiedenen Rangstufen landschaftsökologischer Einheiten" angesehen (1966 a, S. 13). Doch bestimmt Troll die Landschaftsökologie im gleichen Aufsatz, wie bereits erwähnt wurde, als "Studium des... Wirkungsgefüges zwischen den Lebensgemeinschaften (Biozöosen) und ihren Umweltbedingungen" (ibid. S. 11 f), also im Sinne der hier vertretenen ökologischen Landschaftsforschung. Schmithüsen hingegen, der den Ökotypbegriff bereits Ende 1947 schriftlich fixierte, verstand wohl von Anfang an darunter die kleinste landschaftsökologische = synergetische Einheit, da er in ihr den "Zusammenklang aller ... Landschaftsbildner" sah (1948, S. 83), obwohl er nur von "ökologischem Wirkungsgefüge" sprach (S. 82). Die gleiche Diskrepanz, die darin besteht, daß man ökologisch sagt, aber landschaftsökologisch = synergetisch meint, zeigt sich dann z.B. bei Paffen (1953), Haase (1961 b, S. 312 ff), Hubrich (1966, S. 117 f) und Klink (1966, S. 10 f). Bei Haase (1964 b) finden sich als Umschreibungen für den Ökotyp die Formulierungen "ökologische Grundeinheit" und "(landschafts)ökologische Grundeinheit" (S. 12) nebeneinander. Bei Hubrich (1967) scheint eine gewisse Klärung eingetreten zu sein, da er, ohne jedoch besonders darauf aufmerksam zu machen, durchweg von landschaftsökologischer Forschung und landschaftsökologischen Grundeinheiten spricht. Es muß somit festgehalten werden, daß der Ökotyp heute - ob ausgesprochen oder nicht - vielfach die Grundeinheit der landschaftsökologischen = synergetischen Landschaftsforschung darstellt, obwohl diese Bezeichnung ursprünglich von Tansley (1939) ¹¹⁾ und auch von Troll (1950) für die kleinste Raumeinheit im Sinne der ökologischen Landschaftsfor-

schung geprägt wurde.

Im folgenden soll der Begriff Ökotoop nur in dem Sinne verwandt werden, wie er ursprünglich von Tansley (1939) geprägt und von Troll (1950) für die Grundeinheit der ökologischen Landschaftsforschung eingeführt wurde. Die Verwendung derselben Bezeichnung für die kleinste synergetische Einheit könnte man leicht umgehen, indem man sich der Terminologie von Schmithüsen und Netzel (1962) anschließt und von (Geo-) "Synergont" oder (Geo-)Synergotop ¹²⁾ spricht, also Termini benutzt, die das Anliegen der Geosynergetik genau treffen und keine Verwechslungen zulassen.

Es gilt nunmehr, den Ökotoopbegriff näher zu bestimmen. Insbesondere ist Klarheit zu erzielen über die Art und das Ausmaß der Homogenität, d.h. über die Faktoren und Merkmale, die bei der Kartierung der Ökotoope jeweils beachtet oder nicht beachtet werden sollen, ferner welche Bedeutung den einzelnen Geofaktoren beizumessen ist. Gleichfalls ist zu klären, wo die untere Grenze der Ökotoope liegt und wie der Einfluß des Menschen in ihnen zu bewerten ist.

Die Bestimmung von Art und Ausmaß der Homogenität der ökologischen Grundeinheiten der Landschaft erfolgt sehr unterschiedlich, da die Autoren verschiedene Kriterien und Bezugspunkte haben: Troll z.B. meint ökologisch bzw. landschaftsökologisch homogen (= 1966 a, S. 12 f, S. 31), Paffen einheitlich hinsichtlich des "Naturhaushaltes" (1953, S. 171), Schmithüsen homogen in "seinem inneren ökologischen Wirkungsgefüge" (1948, S. 82) und Neef schließlich "in sich homogen" (1964, S. 6). Da eine Homogenität immer nur im Hinblick auf etwas zu erfassen ist, nicht dagegen eine totale Homogenität, die als Arealmerkmal definiert wird, ist es für die Beschreibung der Homogenität der kleinsten Einheiten der ökologischen Landschaftsforschung wichtig, worauf Neef besonders hinweist ¹³⁾, einen eindeutigen Bezugspunkt anzugeben. Für den Ökotoop wird eine Homogenität hinsichtlich der ökologisch wirksamen Kräfte und Gegebenheiten angestrebt, d.h., daß er, der

Definition von ökologisch entsprechend, hinsichtlich der Kräfte und Gegebenheiten, die auf die Organismen einwirken, homogen sein soll. Es ist jedoch nicht möglich, eine Homogenität für alle Organismen einschließlich des Menschen anzustreben. Daher muß aus der Vielfalt der Organismen eine Auswahl getroffen werden, auf die man sich bezieht. Ich beschränke mich auf die Faktoren, die auf die Lebensgemeinschaft der Vegetation einwirken können ¹⁴⁾. Dabei ist es vorerst gleichgültig, ob diese Kräfte aus dem anorganischen Reich oder von den Organismen selbst herrühren. Durch diese Beschränkung auf die genannten Faktoren wird die Art der Homogenität umrissen. Doch ist es darüber hinaus noch erforderlich, auch ein festes Kriterium für das Ausmaß oder die "Dichte" der Gleichartigkeit anzugeben. Bei der hier vertretenen ökologischen Richtung bestimmen in konsequenter Fortführung des Grundgedankens die Organismen bzw. die Lebensgemeinschaften das Ausmaß der Homogenität. Auf Grund der Festlegung auf die Pflanzengemeinschaften werden die Faktoren nur insoweit erfaßt, als sie auf diese Lebensgemeinschaften einwirken. Gegebenheiten oder Faktoren, die auf diese gar nicht einwirken oder unterhalb gewisser Schwellenwerte bleiben, auf die die Vegetationsgemeinschaft nicht reagiert, werden unter diesen Bedingungen nicht erfaßt.

Die kleinen Vegetationsgemeinschaften, die nach statistisch-soziologischen Methoden der mitteleuropäischen Pflanzensoziologischen Schule (Braun-Blanquet, Tüxen u.a.) ermittelt werden können, gewähren neben dem klaren Bezugspunkt den Vorteil, daß sie, was das Ausmaß der Homogenität anbelangt, eine "Quantelung" der jeweils als homogen anzusehenden Faktoren ermöglichen. Denn erst wenn bestimmte Schwellenwerte überschritten werden, erfolgt ein "Sprung" in eine neue Pflanzengemeinschaft mit anderem Wirkungsgefüge ¹⁵⁾. Alles was innerhalb dieser für die jeweilige Pflanzengemeinschaft charakteristischen Schwellenwerte liegt, wird als homogen angesehen.

Die auf diese Weise gekennzeichneten Ökotope können deshalb nur beanspruchen, innerhalb der genannten Voraussetzungen homogen zu sein. Doch werden bei einer derartigen Bestimmung

Art und Dichte der Homogenität der Ökotope sehr hoch veranschlagt, weil die kleinen Pflanzengemeinschaften auf sehr viele Faktoren ansprechen und empfindlich und variabel genug sind, auch geringe Differenzen anzuzeigen. Denn ihre zahlreichen Arten und Individuen sprechen auf die verschiedensten Einflüsse an, stehen untereinander aber in hartem Konkurrenzkampf um die Ausnutzung der jeweiligen Standortverhältnisse und sind der Auslese unterworfen. Nur die Arten, die sich unter den gegebenen Verhältnissen am besten durchsetzen können, werden dominieren. Daher wird sich bei jedem Wechselwirkungsgefüge ein bestimmter Pflanzenbestand einstellen. Außerdem sind die vielen Organismen der Pflanzengemeinschaft kurzlebig und ausbreitungsfähig, so daß die Vegetationsgemeinschaften Änderungen des ökologischen Wechselwirkungsgefüges rasch anzeigen. Insbesondere reagieren sie als feine Indikatoren auf die direkt auf sie einwirkenden Faktoren, die "primären Faktoren" (Walter, 1960, S. 13), als da sind: Wärme, Wasser, Licht, sowie chemische und mechanische Faktoren. Sie reagieren aber auch auf die Kräfte der "sekundären Faktorengruppen", die nur indirekt auf sie einwirken. In der Vertikalen erlauben die Lebensgemeinschaften, das Wechselwirkungsgefüge bis zu jener Höhe oder Tiefe zu erfassen, bis zu der ihre Beziehungen reichen. Da die Hauptwurzelmasse und die standortgebundene Kleintierlebewelt sich generell im ersten Meter unter der Erdoberfläche aufhält, so erfährt dieser Bereich größere Beachtung als der zweite Meter. Merkmale aus Tiefen über zwei Meter werden nur selten zu beachten sein. Nach der Höhe hin lassen sich nur schwer Abgrenzungen festlegen, da diese wegen der ständigen Turbulenz in der Atmosphäre unscharf werden. Allgemein kann gesagt werden, daß die Pflanzengemeinschaften einen Ausschnitt aus der Geosphäre erfassen, der von dem Bodenhorizont, der mit den Wurzeln der Vegetation in Kontakt tritt, bis zum Kronenschluß der Bäume reicht und das Klima der bodennahen Luftschicht einschließt. Durch die strenge Bezogenheit der Ökotope hinsichtlich Art und Ausmaß der Homogenität auf die Kräfte und Gegebenheiten, die auf eng bestimmte Pflanzengemeinschaften einwirken, er-

gibt sich eine klare Absetzung derselben von Physiotop und Synergotop. Denn ersterer kennzeichnet kleine Areale gleicher abiotischer, letzterer dagegen Raumeinheiten gleicher abiotischer und biotischer Ausstattung, doch ohne daß dabei eine eindeutige Beschränkung auf die Eigenschaften erfolgt die für die Lebewesen wichtig sind. Physiotop und Synergotop können sich mit dem Ökotoptop decken, vor allem dann, wenn die abiotischen und biotischen Eigenschaften in jenen Größen erfaßt werden, in denen sie von den enggefaßten Pflanzengemeinschaften gebündelt werden. Meistens jedoch sind Physiotop (Neef u.a., 1961; Neef, 1968) und Synergotop umfangreicher, da sie Areale oder Raumeinheiten darstellen, die nach Gesichtspunkten abgesteckt wurden, die vom Bearbeiter mehr oder weniger willkürlich festgelegt wurden, da dieser - selbst wenn er angibt, daß eine Gleichheit hinsichtlich aller abiotischen Landschaftsbildner angestrebt wurde - notwendigerweise die Auswahl bestimmt, die aus der Vielfalt der Faktoren getroffen wird, und auch die Größeneinheiten festlegt, die bei deren Aufnahme gewählt werden. Der Bearbeiter legt dadurch gleichsam die Maschenweite seines Siebes und damit indirekt das Ergebnis fest. Damit wird nicht die Berechtigung solcher Untersuchungen bestritten. Es ist nur erforderlich, daß man sich vor der Durchführung der Untersuchung über die zu wählende Maschenweite klar wird und sie deutlich mitteilt. Beim Ökotoptop legt der Bearbeiter, indem er sich zu der hier skizzierten Methode entschließt, nur die Richtung, in die seine Untersuchung geht, und die untere Grenze der Grundeinheiten fest. Innerhalb dieser Einschränkungen bestimmen aber die Lebensgemeinschaften die Maschenweite selbst, da sie angeben, was jeweils als homogen anzusehen ist. Wenn man sich auf gesicherte Pflanzengesellschaften von einer bestimmten Mindestgröße und einer bestimmten Vegetationsausprägung einigt, müßte ein anderer Kartierer unabhängig zum gleichen Ergebnis gelangen.

Über die u n t e r e G r e n z e der kleinsten Einheiten der ökologischen Landschaftsforschung und der Synergetik bestehen unterschiedliche Aussagen. Paffen z.B. formuliert, daß

sie "... von bestimmter, inhaltlich ohne Aufgabe des Ganzen nicht weiter teilbarer Mindestgröße..." (1953, S. 72) sind, oder an anderer Stelle heißt es, daß die "Unit-Areas", die zwar "von unterschiedlicher Größe sind, im allgemeinen aber nicht kleiner als 200 acres (ca. 80 ha) sein sollen," ... "zumindest in der Größenordnung in etwa den Landschaftszellen ((= Ökotope)) entsprechen" (S. 94). Nach Haase (1964 b, S. 13) "liegt die Untergrenze der Ökotope etwa zwischen 10 ar und 0,5 ha". Für den Ökotope lege ich in dieser Arbeit die untere Grenze seiner Flächenausdehnung in Übereinstimmung mit Haase bei etwa einem Morgen fest. Ökologische Differenzierungen, die sich nur in kleineren Arealen auswirken, werden nicht mehr erfaßt. Nach oben hin bedarf es keiner maximalen Größenangabe, da dort allein die Homogenität entscheidet.

Diese Festlegung kann willkürlich genannt werden. Doch findet sie ihre Begründung durch die Anforderungen, die man bezüglich der Genauigkeit von der ökologischen Landschaftsforschung oder bis zu einem gewissen Grade von der Geographie allgemein erwartet, insbesondere aber in Kreisen der Praktiker wünscht, die sich mit der forst- und landwirtschaftlichen Standorterkundung, der landwirtschaftlichen Beratung, der Landesplanung u.ä. befassen. Für weiträumige Übersichten sind derartige Detailuntersuchungen selbstverständlich zu differenzieren. Aber es lassen sich auf ihrer Basis auf verschiedenen Abstraktionsebenen Zusammenfassungen vornehmen, die gleichzeitig den Vorteil bieten, induktiv gewonnen zu sein.

Die hier herausgestellte untere Grenze unterscheidet den Ökotope vom Biotop. Denn letzterer kennt eine solche Beschränkung nicht, da selbst das "Innere eines Wasserleitungsrohres" (Schmithüsen, 1948, S. 77) oder ein Stückchen Rinde Biotope für Lebensgemeinschaften von entsprechend kleinen Organismen (Bakterien, Protozoen, Flechten...) sein können.

Abschließend soll noch die Stellung des Menschen zu den Ökotope beleuchtet werden. Denn gerade sie gibt bei der Ökotopekartierung oftmals den Ansatzpunkt zu Un-

stimmigkeiten, die an der Frage entbrennen, inwieweit man anthropogene Eingriffe berücksichtigen soll.

Da der Mensch durch seine Einwirkungen die Umwelt, die Lebensgemeinschaften und das ganze Ökosystem stark verändern kann, halte ich ihn für einen eminent wichtigen ökologischen Faktor, der in der Ökologie und der ökologischen Landschaftsforschung nicht umgangen werden kann. Auch bei der Kartierung der Ökotope sind anthropogene Einwirkungen je nach der speziellen Zielsetzung in verschiedenen Abstufungen zu berücksichtigen. Es lassen sich daher verschiedene Ausprägungen der Ökotope unterscheiden. Je nachdem ob man ihre Homogenität auf die heutige reale, vom Menschen beeinflusste Vegetation bezieht oder auf die natürliche Vegetation (in einer unberührten Naturlandschaft) oder auf die potentielle natürliche Vegetation (Tüxen, 1956), die bei der Konstanz der heutigen naturbedingten Umweltverhältnisse ohne Einwirkung des Menschen existierte, erhält man heutige reale Kultur- oder heutige Natur- oder heutige potentielle Naturlandschaftsökotope. Davon zu unterscheiden sind die ehemaligen Kultur- oder Naturlandschaftsökotope, die sich auf die zu einem beliebigen früheren Zeitpunkt vorhandenen Pflanzengemeinschaften beziehen.

Die gleiche Einteilung empfiehlt sich auch bei den Synergotopen, nur daß man dort das jeweilige Kräftespiel, z.B. das heutige reale, das potentielle natürliche oder ein ehemaliges für die Bearbeitung zugrunde legen muß. In dieser Untersuchung werden die heutigen potentiellen Naturlandschaftsökotope herausgearbeitet, weil diese für eine längere Periode Gültigkeit behalten und sich bis zu einem gewissen Grade mit den Grundeinheiten der Synergetik vergleichen lassen.

Bei den potentiellen Naturlandschaftsökotopen werden alle langdauernden und tiefgreifenden menschlichen Maßnahmen, die das ökologische Gefüge eines Raumes, sei es durch Beeinflussung der Standortbedingungen oder der Lebensgemeinschaften nachhaltig veränderten, wie z.B. jahrhundertelange Ackernutzung und Entwaldung, Entwässerung und Eindeichung u.a. berücksichtigt, da sie auch die heutige potentielle natürliche Vegetation beeinflussen, nicht dagegen kurzfristige Eingriffe des Menschen,

die auf diese ohne Einfluß bleiben, z.B. die gegenwärtige Nutzung als Acker-, Grünland oder Forst, der gegenwärtige Anbau, die Düngung und ähnliche Maßnahmen. Diese wären bei den heutigen realen Kulturlandschaftsökotopen zu beachten.

Als Resümee aus diesen Erörterungen ergibt sich eine Definition des Ökotoops: Ein Ökotoop ist die kleinste Einheit der ökologischen Landschaftsforschung. Er bezeichnet ein Areal von bestimmter Mindestgröße (τόπος), das einer enggefaßten gesicherten Pflanzengemeinschaft und häufig auch einer Tiergemeinschaft, insbesondere der Kleintierlebenswelt, eine Lebensstätte (οἶκος) bietet. Der Ökotoop ist hinsichtlich all jener Bedingungen homogen, welche auf diese Lebensgemeinschaft, die auf ihm gedeiht, einwirken, und zwar bis zu dem Maße homogen, daß diese bis hinab zur gewählten Mindestgröße keinen Unterschied mehr anzeigt. Auf dem Ökotoop stellt sich zwischen der Lebensgemeinschaft und den vorhandenen Gegebenheiten und Kräften dieses Areals (= Umwelt- oder Standortbedingungen) ein einheitliches Wirkungsgefüge ein, das in einem Gleichgewicht seinen Ausdruck findet. Auf Einwirkungen, die in gleicher Weise den ganzen Ökotoop betreffen, reagiert er, sofern es sich um Merkmale handelt, hinsichtlich derer er homogen ist, gleichartig.

Jeder Ökotoop ist ein Individuum, da er wenigstens durch seine geographische Lage einmalig ist. Abstrahiert man von der Lage, läßt man das "chorologische Axiom" (Neef, 1956 a, S. 89; 1967, S. 76 f) außer Betracht und beachtet man nur das ökologische Wechselwirkungsgefüge, so lassen sich auf dieser Basis Typen bilden. Denn die einzelnen Wechselwirkungsgefüge lassen sich untereinander vergleichen und gleichsetzen. Die Art des Wechselwirkungsgefüges bildet den gemeinsamen Nenner, auf den man die einzelnen Ökotope beziehen kann und auf dem man gleiche zu bestimmten Wechselwirkungsgefügetypen zusammenfassen kann. Anstelle der umständlichen Wortbildung "Wechselwirkungsgefügetyp" spricht man besser in Anlehnung an den von Tansley (1935) geprägten Terminus Ökosystem von Ökosystemtyp¹⁶⁾. Es ist dabei nicht erlaubt, einfach Areale mit gleicher Vegetationsein-

heit von vornherein zum gleichen Ökosystemtyp zu stellen, sondern man darf nur diejenigen einander zuordnen, bei denen man durch Analyse die gleichen ökologisch wirksamen Kräfte festgestellt hat. Denn die von der Vegetation abgeleitete Homogenität des Ökotopts gilt streng genommen nur jeweils für sein zusammenhängendes (in sich geschlossenes) Areal, nicht dagegen für disjunkte Areale. Bei letzteren gibt die gleiche Vegetationseinheit lediglich an, daß die einzelnen Kräfte, die die Vegetation beeinflussen, zum gleichen Endergebnis führen. Es bleibt die Möglichkeit bestehen, daß einzelne Kräfte oder Gegebenheiten gewisse Variationen erfahren. Manche Faktoren können durch andere ersetzt werden, oder es können andere Abstufungen zum gleichen Ergebnis führen. Ein bestimmter Feuchtegrad kann beispielsweise hier durch Grundwassereinfluß, dort durch Hangwasser- oder Stauwassereinfluß, ausreichenden Niederschlag, gute wasserhaltende Kraft des Bodens, Berieselung usw. hervorgerufen werden; in gleicher Weise kann ein bestimmter Nährstoffgehalt des Bodensubstrates durch gute nachschaffende Kraft und hohe biologische Aktivität des Bodens, durch nährstoffreiches Grundwasser oder auch durch Düngung, eine bestimmte Wärmewirkung durch flachgründige Kalkböden, Südexposition, hohe Sonneneinstrahlung, geschützte Lage etc. verursacht sein.

Ö k o s y s t e m t y p e n , die lediglich Areale einschließen, auf denen die gleichen Faktoren und Wechselwirkungsgefüge herrschen, kennzeichnen Räume gleichen Wuchspotentials, die bei gleicher Pflege und gleichen Witterungseinflüssen für jede Feldfrucht einen ihnen charakteristischen Ernteertrag versprechen.

II. Methoden

1. Auffindung und Abgrenzung der Ökotope

Um topische Einheiten aufzufinden und abzugrenzen, wurden verschiedene Methoden entwickelt und an Beispielen erläutert. Aus der Vielfalt der Methoden schälen sich drei größere Richtungen heraus:

- die Grenzgürtel- oder Deckungsmethode
- die Ganzheitsmethode
- die komplexanalytische Methode.

Bei der ersteren, der *G r e n z g ü r t e l* - bzw. *D e c k u n g s m e t h o d e* ¹⁷⁾, versucht man, gleichsam mit statistischer Wahrscheinlichkeit durch Übereinanderdecken möglichst vieler "Faktorenkarten" Kern- und Randgebiete zu finden und zu umgrenzen. Für die Aussonderung von topischen Einheiten, speziell von Physiotope, wurde diese Methode z.B. 1950 von Fraling verwendet. Bei der Kartierung von Ökotope spielte dieses Verfahren bisher eine untergeordnete Rolle, weil es von den meisten Autoren für diese Aufgabe ohne zusätzliche Ergänzungen als unzureichend gekennzeichnet wurde. Die Hauptschwierigkeit, diese Methode für eine ökologische Landschaftskartierung anzuwenden, sehe ich nicht primär in dem häufig zu hörenden *E i n w a n d*, daß man durch das Übereinanderdecken von Faktorenkarten nur zu einer Summierung, nicht aber zur Erfassung der Ganzheit gelange, als vielmehr in der Tatsache, daß der Bearbeiter bei dieser Methode die Maschenweite seiner Siebe selbst wählen muß, da er die Faktoren, die er kartieren will, ihre Kennzeichnung und Größenabstufung selbst festlegen muß. So werden sich je nach der gewählten Abstufung verschiedene Areale ergeben. Verläßt sich der Bearbeiter aber hauptsächlich auf die von den Nachbarwissenschaften, der Bodenkunde, Klimatologie, Vegetationskunde, Geologie usw. aufgestellten Faktorenkarten, so wird seine Kartierung von den in jenen Wissenschaften sinnvollen Abstufungen und den dafür erarbeiteten Kriterien abhängig. Die dort getroffenen Abstufungen entstammen jedoch meistens systematischen Überlegungen, die auf Grund der Prämissen der betreffenden Wissenschaft berechtigt sind, die aber mit Differenzierungen, die in der Ökologie entscheidend sind, nicht übereinstimmen müssen.

Die Einsicht in die Unzulänglichkeit der oben angeführten Methode für die ökologische Forschung ließen Troll und Paffen einen anderen Weg zur Erfassung der Ökotope suchen. Nach ihrer Ansicht ist "nur eine auf das Ganze gerichtete Betrachtungs-

weise in der Lage, einen Ökotyp vollkommen zu erfassen" (Troll, 1966 a, S. 39). Troll schlägt daher, wie "das Erlebnis charakteristischer Landschaft als Ganzheit es nahe lege", vor, "in mehr intuitiver Weise vorzugehen, die Idee und das Wesen einer oder mehrerer benachbarter Landschaften zu erfassen, die wesentlichen Landschaftsfaktoren in ihrem Zusammenspiel zu betrachten und so vom Ganzen her zu einer Grenzziehung im einzelnen vorzuschreiten" (S. 40). Wie aber gelangt eine derartige mehr intuitive **G a n z h e i t s b e t r a c h t u n g** zur Erfassung der Ökotope? Einen Termitenhügel oder eine Quellmulde, die mit einem Blick zu überschauen sind, kann man als geschlossene Ganzheit, d.h. als Gestalt, erleben. Die großflächigen und sehr vielfältig geformten "löblehmbedeckten Hochflächenreste" oder "die steinigen oder felsigen Talhänge" (Karte 2) lassen sich meist nicht als Ganzheit überschauen, da man im Gelände jeweils nur kleinere Teilaspekte vor sich hat. Einen Ausweg aus dieser Schwierigkeit bietet bei Troll die Auswertung von Luftbildern. Sie vermitteln durch ihre Strukturen, Farb- oder Grautöne einen sichtbaren Ausdruck des ökologischen Wechselwirkungsgefüges: Was in der Luftbildaufnahme einen bestimmten Farbton (Graustufe bei Schwarz-Weißaufnahmen) oder eine bestimmte in sich homogene Struktur aufweist, stellt eine solche Ganzheit im Sinne von Troll dar. Diese Ganzheit wird durch Ergebnisse der Geländebegehung ergänzt und gesichert und dadurch mit Inhalt gefüllt, während ihre Begrenzung aus dem Luftbild ableitbar ist.

Für eine Naturlandschaft oder wenigstens eine naturnahe Landschaft - Trolls Beispiele stammen hauptsächlich aus solchen Bereichen, dem tropischen Regenwald, den Savannen und Tundren und dem bewaldeten Bergland in unseren Breiten - läßt sich ein derartiges Verfahren mit Erfolg anwenden, weil sich dort die ökologischen Differenzierungen auch physiognomisch kundtun und damit weitgehend im Luftbild sichtbar sind. In einer mitteleuropäischen Kulturlandschaft dagegen ist eine derartige Methode weitaus schwieriger, weil die natürlichen Wälder durch Acker- und Grünlandflächen ersetzt wurden, die die ökologischen Differenzierungen nur verwischt und in Extremfällen überhaupt

nicht widerspiegeln. Wollte man z.B. die Ökotope des Moerser Landes aus dem Luftbild ableiten, so ließen sich die als Grünland genutzten Kendelniederungen von den sie umgebenden höheren ackerbaulich genutzten Niederterrassenplatten unterscheiden. Aber die Differenzierungen innerhalb der durchweg ackerbaulich genutzten Niederterrassenplatten oder die Trockenrinnen, die kaum eingetieft sind und wie die Niederterrassen gleichfalls beackert werden, aber sich nur durch etwas schwerere Bodenart unterscheiden und somit im Luftbild gleichartig erscheinen, sind nicht zu erkennen. In Kulturlandschaften vermögen die Luftbilder nur mehr oder weniger bedeutende Hinweise für die Umgrenzung der Ökotope zu geben, lassen aber die Grenzen nicht mit Sicherheit abstecken. Man muß andere Kriterien hinzuziehen, die den Bearbeiter zwingen, das ganzheitliche Verfahren durch analytische Beobachtungen zu ergänzen.

Wenn Luftbilder nicht zur Verfügung stehen, wird es nötig, größere Raumgestalten, die im Gelände nicht mehr mit einem Blick eingefangen werden können, aus bereits vorhandenen Karten zu ermitteln. So gibt Paffen (1953, S. 47) in Einklang mit dieser Folgerung an, daß sich seine Ökotoptkartierung des Moerser Donkenlandes ganz auf Geländebegehung und Kartenauswertung beschränkt. Als geeignete Karten kommen in erster Linie großmaßstäbige topographische Karten, z.B. 1 : 25 000 bis 1 : 100 000, in Frage, nicht dagegen Faktorenkarten, da letztere nach analytischer Art gewonnen werden und die Verbreitung von einzelnen Landschaftselementen enthalten, ohne die Gesamtgestalt zu beachten. Der Vorgang der Ökotoptauffindung vollzieht sich dann derart, daß man den durch Karteninterpretation gewonnenen Einheiten, die man bei Geländebeobachtungen verifizieren kann, Ökotoptcharakter zuspricht. Der Weg kann auch in umgekehrter Richtung beschritten werden: Im Gelände als zusammengehörig erkannte Erscheinungen, die man auf der Karte wiederfindet, werden auf Grund des gleichen Kartenbildes in ihrer Ausdehnung umgrenzt. Es ist offenkundig, daß derartige Einheiten hauptsächlich morphographisch bestimmt sind und mit ökologischen Einheiten nicht identisch zu sein brauchen. Nach Paffens Aus-

sagen ist jedoch die stark morphographische Ausrichtung dieser Einheiten nicht zu bedauern, da "solche Reliefformen-Komplexe ... wesentlich mehr als ... nur orographische Einheiten" sind (1953, S. 61). Denn sie "erweisen sich ... gleichzeitig auch als hydrologische Einheiten" (1953, S. 61), pedologische, phytocoenologische usw., kurz als ökologische Einheiten, die dann einen Biotop bzw. Ökotope darstellen (S. 61 ff). Die von Paffen herausgestellten topographischen Einheiten des Moerser Donkenlandes stellen nur einen Teil der Differenzierungen jenes Gebietes dar, und eine Identität dieser Einheiten mit Ökotope darf keineswegs a priori vorausgesetzt, sondern muß von Fall zu Fall induktiv erwiesen werden. Denn die auf den topographischen Karten einheitlich erscheinenden Flächen können durchaus noch ökologisch stark differenziert sein, wie es sich am Moerser Donkenland mehrfach beobachten läßt.

Die dritte Methode zur Auffindung von Ökotope, die *k o m p l e x a n a l y t i s c h e*, wurde von Neef, Haase und ihren Schülern vertreten. Nach dieser Methode versucht man, das Wechselwirkungsgefüge des jeweiligen geographischen Komplexes "auf kleinen, nur wenige Quadratmeter großen Testflächen" (Neef, 1964, S. 2) durch eine umfangreiche Komplexanalyse zu ergründen. Durch sie erhält man für das jeweilige Wechselwirkungsgefüge gewisse qualitative und quantitative Daten über die beteiligten Kräfte, Hinweise auf ihr Zusammenwirken, ihre gegenseitige Beeinflussung usw.. Aus der Vielzahl der Daten und Merkmalskombinationen werden diejenigen ausgewählt, die für das jeweilige Wechselwirkungsgefüge charakteristisch und zugleich leicht zu verfolgen sind. Anhand dieser diagnostischen Merkmale versucht man dann, ausgehend von der Testfläche der Komplexanalyse durch Extrapolation (zuweilen auch durch Interpolation zwischen mehreren Analysepunkten), die Verbreitung des Wechselwirkungsgefüges zu ermitteln.

Solange die diagnostischen Merkmale richtig gewählt werden, d.h. solange sie repräsentativ für das vorhandene Kräftespiel und dessen Verbreitung sind, erhält man auf diese Weise in sich homogene Areale. Doch ist "die Grenzziehung nur subjektiv

möglich" und "die Grenze der Physiotope bzw. Ökotope damit also keine objektive Eigenschaft des räumlich ausgedehnten geographischen Komplexes" (Haase, 1961 b, S. 317). Da die diagnostischen Merkmale von Ökotyp zu Ökotyp verschiedener Art sein können, hier die des Ausgangsgesteins und seiner Verwitterung oder die des Bodentyps, dort die der Feuchteverhältnisse, des Reliefs oder der Vegetationsdecke, so erweisen sich die ausgeschiedenen Areale nur hinsichtlich der ausgewählten Kriterien als homogen oder, falls die gewählten diagnostischen Merkmale in ihrer Verbreitung für den Gesamtkomplex repräsentativ sind und mit dem objektiv existierenden geographischen Komplex sich decken, als homogen hinsichtlich eines bestimmten Wechselwirkungsgefüges, d.h. als in sich homogen. Es fehlt ein übergeordneter Gesichtspunkt, nach dem alle Ökotope gemessen und dann untereinander vergleichbar werden: jedem Ökotyp liegt eine eigene Art der Homogenität zugrunde, je nach der Art der Merkmale, die für ihn angenommen wurde. Auch wenn man die Homogenität der Ökotope auf die jeweils bei der Komplexanalyse erkannte Interrelation bezieht, so erhält man dadurch keine miteinander vergleichbaren Flächen, weil jede dieser Flächen auf eine bestimmte nur ihr eigene Interrelation bezogen ist.

Es kommt außerdem die Schwierigkeit hinzu, daß der jeweilige Bearbeiter auch hier die Abstufungen (Quantelungen) selbst festlegen muß, innerhalb derer er die an der Testfläche erkannten Bedingungen bei der späteren Kartierung als homogen ansieht. Denn es ist unwahrscheinlich, daß die konkrete an der Testfläche ermittelte Interrelation der Geofaktoren und die mit hohem Aufwand gewonnenen qualitativen und quantitativen Daten über größere Strecken hin genau gleich bleiben. Durch die Notwendigkeit, größere Flächen rings um den Analysenort den ermittelten exakten Daten und dem gleichen Wirkungsgefüge zuzuordnen, wird die Feinheit der Analyse wieder beeinträchtigt.

Ferner bleibt der Einwand bestehen, daß kleine Areale durchaus inhomogen sein können, wenn sie an Übergängen liegen. Es ist daher erforderlich, die an der Testfläche erkannte Merk-

malkombination zunächst an größeren Flächen zu überprüfen und zu sichern, bevor man sie typisiert und als Kartierungsrahmen verwendet. Für die Wahl größerer Flächen spricht auch die Tatsache, daß kleine Probeflächen immer mit ihrer Nachbarschaft in Korrelation stehen, so daß jene zur Erfassung dieser Korrelation beachtet werden muß.

Haase (1961 b) versucht, das Problem der Zuordnung bzw. die Angabe bestimmter Schwellenwerte zu umgehen, indem er die Begriffe *D o m i n a n z* und *R e z e s s i v i t ä t* einführt. Er nennt alle Merkmale, die das Kräftespiel beherrschen, dominant, solche, die untergeordnet sind, rezessiv. Die Grenze eines Ökotoptop verläuft dort, wo die Dominanz der als charakteristisch erkannten Merkmalskombination endet. An dieser Grenze wandeln sich die zuvor dominanten Merkmale meistens in rezessive, wohingegen die vorher rezessiven in den Vordergrund treten. Während die dominanten Merkmale zur Kennzeichnung und Abgrenzung der Ökotope herangezogen werden, führen die rezessiven Merkmale nur zur Unterscheidung von Subtypen oder Varianten des jeweiligen Wechselwirkungsgefüges.

Die auf diese Weise von Haase ausgesonderten Ökotope - man vergleiche hierzu die in "Petermanns Geographische Mitteilungen" Bd. 108 (1964), H. 1/2, Tafel 1 vorgelegte Ökotoptopkarte - erweisen sich jedoch als stark ökologisch uneinheitlich. Der dort ausgewiesene Ökotoptop Gr₂ z.B., der "mäßig frische Braunerden aus Granitgrus in Hanglagen und auf Flachkuppen" kennzeichnet, vereinigt in sich Flächen unterschiedlicher Höhenlage, Exposition und Neigung und damit unterschiedlicher Ausprägung hinsichtlich des Klimas und der Bodenbildungsprozesse. Als Ausdruck dieser differierenden ökologischen Wertigkeit trägt er auch ganz verschiedene natürliche Vegetation. Haase selbst gibt 1961 b, S. 334 für diesen Ökotoptop an, daß auf ihm in seiner montanen bis submontanen Ausbildungsform ein farnreicher bis krautreicher Buchen-Tannen- (Fichten)-Wald, in der submontanen bis collinen Übergangsstufe ein Traubeneichen-Buchen-Wald und im Hügelland schließlich ein armer Stieleichen-Hainbuchen-Wald wächst, der auf frischeren Partien auch in eine *Poa nemoralis*-Variante

dieses Waldtyps übergehen kann.

Derart unterschiedliche Areale, die verschiedene potentielle natürliche Vegetation, verschiedene Klima- und andere Umweltbedingungen und stark unterschiedliche Eignung für die menschliche Nutzung zeigen, können nach der hier vertretenen Ökotoptdefinition, wenngleich sie auch bestimmte dominante Merkmale gemeinsam haben, nicht als ökologisch homogene Grundeinheiten einer Landschaft angesehen werden.

Die von Haase (1961 b) herausgearbeiteten Grundeinheiten stellen geosynergetische Einheiten dar, die sich auf einer bestimmten Abstraktionsebene bewegen. Sie decken sich nicht mit den hier angestrebten Grundeinheiten einer ökologischen Landschaftsforschung. Letztere entsprächen am ehesten den von Haase angegebenen Subtypen oder Varianten.

Gegenüber der von Neef und Haase entwickelten Methode zur Ökotoptabgrenzung soll hier im Einklang mit der oben angegebenen Ökotoptdefinition der **V e r s u c h** unternommen werden, für die Art und das Ausmaß der Homogenität der Ökotope einen **f e s t e n B e z u g s p u n k t** einzuführen, so daß die Ökotope, da sie mit der gleichen Maßeinheit gemessen sind, untereinander vergleichbar werden und der Grad der Subjektivität verringert wird. Gegenüber der von Troll und Paffen gewählten Methode aber gilt es, die Auffindung der Ökotope induktiv vorzunehmen. Den Bezugspunkt für die Art und das Ausmaß der Homogenität können jedoch bei der ökologischen Erforschung eines Gebietes nur **d i e L e b e w e s e n** abgeben, wie das eingangs bei der Begriffsbestimmung des Wortes ökologisch dargelegt wurde. Auf Grund der später getroffenen Einschränkung wird hier speziell die Pflanzendecke mit ihren Lebensgemeinschaften als Bezugspunkt gewählt.

Es müssen also bei der Kartierung der Ökotope der heutigen potentiellen Naturlandschaft alle jene Merkmale beachtet werden, die auf die Pflanzengemeinschaften der potentiellen natürlichen Vegetation von einer bestimmten Mindestgröße an differenzierend einwirken. Da die gesuchten Ökotope Areale darstellen, auf denen ein einheitliches Wechselwirkungsgefüge zwischen der potentiellen natürlichen Vegetation und den na-

türlichen Standortbedingungen herrscht, weil sie eine einheitliche Pflanzengesellschaft tragen und gleiche Standortbedingungen aufweisen, so sind von daher generell **zwei Möglichkeiten** für die Ökotopaussonderung denkbar. Einmal kann man sie durch Ermittlung der Areale gleicher potentieller natürlicher Vegetation, zum anderen durch die Ermittlung der Areale gleicher natürlicher Standortbedingungen für diese potentielle Vegetation erhalten. Der zuletzt genannte Weg, nämlich die Ermittlung der Flächen gleicher Standortbedingungen für die potentielle natürliche Vegetation, setzt aber gleichfalls die Kenntnis dieser Vegetation voraus. Denn es gilt ja, die gefundenen Standortbedingungen an der Vegetation zu messen und jene Abstufungen als homogen anzusehen, die durch die Vegetation angegeben werden. Aus diesem Grunde ist es notwendig, zuerst anhand möglichst eingehender Analysen diejenigen Areale des Untersuchungsgebietes, die noch natürliche oder wenigstens naturnahe Vegetation tragen, zu erforschen und die auf ihnen herrschenden ökologischen Bedingungen und den Bereich der Schwellenwerte induktiv in Erfahrung zu bringen, auf den die in Frage kommenden Pflanzengesellschaften gleichartig reagieren. Nach der Kenntnis der Schwellenwertbereiche können dann alle im Kartierungsgebiet untersuchten Punkte den betreffenden Bereichen zugeordnet werden und durch Verbindung aller Punkte des gleichen Schwellenwertbereiches schließlich die Flächen gleicher Standortbedingungen für die potentielle natürliche Vegetation, d.h. die gesuchten Ökotope, gefunden werden.

Wählt man dagegen den anderen Weg, bei dem man von der Abgrenzung der Pflanzengesellschaften der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation auf die Ausdehnung der Ökotope schließt, so lassen sich in den Gebieten, die noch natürliche oder wenigstens naturnahe Vegetation tragen, nach Herausarbeitung der Kenn- und Trennarten der betreffenden Pflanzengesellschaften mit deren Hilfe die Ökotope leicht abgrenzen, weil die Areale dieser Pflanzengesellschaften sich vollständig oder im Falle der naturnahen Vegetation sich wenigstens mit hoher Annäherung mit denjenigen der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation

und damit mit den Ökotopten der heutigen potentiellen Naturlandschaft decken.

Aber leider sind im Untersuchungsgebiet nur an wenigen Stellen, z.B. im Littardgebiet, auf einigen Moränenkuppen und Flugsanddecken, natürliche oder naturnahe Pflanzengesellschaften erhalten geblieben oder haben sich nach ehemaliger Vernichtung heute wieder dahingehend regeneriert. Für den übrigen Teil des gewählten Profilstreifens muß die heutige potentielle natürliche Vegetation erst durch Auswertung zahlreicher Indizien erschlossen werden. Doch ist dies dank der heute bereits gut ausgearbeiteten Kartierungsmethode mit hoher Genauigkeit möglich.

Da in der pflanzensoziologischen Literatur über die Kartierungsmethode der potentiellen natürlichen Vegetation sowohl von theoretischer Seite als auch von praktischer anhand von Kartierungsbeispielen zahlreiche Arbeiten verfaßt wurden ¹⁸⁾, sollen hier nur die **G r u n d l a g e n** skizziert werden.

Am Beginn der **K a r t i e r u n g** steht die eingehende pflanzensoziologische und standörtliche Erfassung der natürlichen und naturnahen Pflanzenbestände sowie das Studium der an diese angrenzenden Kontaktgesellschaften, die durch Kultivierungsmaßnahmen aus jenen entstanden sind. Durch diese Untersuchungen können die syndynamischen Zusammenhänge geklärt werden, durch die man erfährt, zu welcher potentiellen natürlichen Vegetation sich die betreffenden Pflanzengesellschaften entwickelten, wenn der menschliche Einfluß aufhörte, bzw. aus welchen sie sich entwickelt haben. Ferner ist es möglich, alle Ersatzgesellschaften, die mit den natürlichen Vegetationseinheiten in Kontakt stehen und die auf Grund eingehender Standortuntersuchungen die gleichen natürlichen Standortbedingungen aufweisen, die also nur auf Grund der unterschiedlichen menschlichen Nutzungsweise eine Differenzierung erfahren haben, der gleichen potentiellen natürlichen Vegetation zuzuordnen, die der naturnahe Restbestand anzeigt.

Doch können derartige Zuordnungen von Kontaktgesellschaften zu bestimmten natürlichen Pflanzengesellschaften nur durch

Standortuntersuchungen beider Vegetationseinheiten gesichert werden. Erst wenn eine hohe Zahl von S t a n d o r t v e r - g l e i c h e n ergibt, daß eine bestimmte Ersatzgesellschaft signifikant eine bestimmte potentielle natürliche Vegetation vertritt ¹⁹⁾, so ist es erlaubt, für alle jene Areale innerhalb eines kleinen Untersuchungsgebietes, auch wenn sie nicht mehr mit dieser naturnahen Vegetation in Kontakt stehen, die gleiche potentielle natürliche Vegetation anzunehmen. Doch ist auch dann noch eine Sicherung durch stichprobenartige Standortuntersuchungen angebracht.

Häufiger wird man jedoch beim Standortvergleich zwischen naturnaher und kulturbeeinflußter Vegetation feststellen, daß sich die Schwellenwertbereiche beider Vegetationseinheiten nicht genau decken. Die Sumpfdotterblumen-Wiese z.B. besiedelt im Untersuchungsgebiet Standorte des Erlen-Eichen-Waldes, ragt aber auch in den Bereich des Traubenkirschen-Erlen-Eschenwaldes hinein; Weidelgras-Weißklee-Weiden wachsen sowohl auf gut gepflegten Standorten des natürlichen feuchten Bucheneichenwaldes als auch auf denjenigen des feuchten Eichen-Hainbuchen-Waldes. Diese Gesellschaften umgreifen somit die Schwellenwerte mehrerer potentieller natürlicher Vegetationseinheiten. Das ist durchaus zu erwarten, wenn man bedenkt, daß sich eine Ersatzgesellschaft aus anderen Pflanzenarten mit anderen Ansprüchen als die der potentiellen natürlichen Vegetation zusammensetzt.

Somit kann man die realen Vegetationseinheiten zur Abgrenzung der potentiellen natürlichen Vegetationsareale nur mit Vorsicht heranziehen, da ihre Schwellenwerte sich nur zum Teil mit denen der potentiellen natürlichen Vegetation decken. Aber man erhält durch sie wertvolle Hinweise auf die Pflanzengesellschaften der potentiellen natürlichen Vegetation, die an dem jeweiligen Standort in Frage kommen, und kann mit ihnen bereits eine grobe Abgrenzung der verschiedenen Standorte vornehmen. Ein Vergleich der Karte der realen Vegetation, die von Meisel und Mitarbeitern 1951 - 1953 im Maßstab 1 : 5 000 aufgenommen wurde, mit der von Mertens 1958/59 aufgenommenen Bodenkarte 1 : 25 000 lehrt, daß für das Untersuchungsgebiet

beide unabhängig voneinander in groben Zügen zu den gleichen Differenzierungen gelangen. Die Beobachtungen an den realen Vegetationsgemeinschaften bedürfen im einzelnen der weiteren Ergänzung. Dies geschieht insbesondere durch Ermittlung des Zeigerwertes von Pflanzenarten, die in Pflanzenbeständen an Forsträndern, kleinen Büschen, Hecken, Feld- und Wegrainen, Gräben und auf unkultivierten Feldern "wild" vorkommen. Durch sie gelingt es, die in Erwägung gezogenen potentiellen natürlichen Vegetationsgemeinschaften weiterhin einzuengen. So ist es z.B. möglich, die eben angeführte Weidelgras-Weißklee-Weide auf Grund des Vorkommens von Weißdorn, Hasel, Schlehe oder Wildrose an einer Koppelabtrennung dem Eichen-Hainbuchen-Wald zuzuweisen und den Buchen-Eichen-Wald auszuschließen; umgekehrt kann man von dem Vorkommen von Eichen, Buchen, Faulbaum und Aspe, Ebereschen oder Heckenkirschen auf den feuchten Buchen-Eichen-Wald schließen.

Zur weiteren Einengung und zur besseren Abgrenzung der Vegetationseinheiten der potentiellen natürlichen Vegetation besonders bei großen Kartierungsmaßstäben (1 : 5 000 bis 1 : 25 000) müssen noch zahlreiche Merkmale hinzugezogen werden, die nicht oder nur zum Teil von der aktuellen Vegetation ableitbar sind, so z.B. die Beobachtung des Reliefs, der Bodenartenschichtung, des Bodentyps, wie auch des Grundwasserstandes und der Staunässe bei größeren Tiefen.

Die **S c h w e l l e n w e r t e**, innerhalb derer diese Faktoren auf die entsprechende potentielle natürliche Vegetation als homogen einwirken, müssen an naturnahen Restwäldern oder an Arealen festgelegt werden, die sich eindeutig über die vorgenannten Indizien einer bestimmten potentiellen natürlichen Vegetation zuordnen lassen. Da z.B. die naturnahen Traubeneichen-Buchen-Wälder durchweg auf schwach bis sehr schwach lehmigen Sanden vom Bodentyp der Braunerden vorkommen, können derartige Standorte, die von der realen Vegetation her kaum andere Anhaltspunkte bieten, da sie z.B. dichte Fichtenbestände oder Mittelwegerich-Weißklee-Weiden tragen, die sowohl auf armen Eichen-Hainbuchen-Wald-Standorten vorkommen können als auch auf solchen des Buchen-Eichen-Waldes, durch Beobachtung der

Bodenart, des Bodentyps wie auch der Wasser- und Nährstoffverhältnisse eindeutig dem trockenen Trauben-Eichen-Buchen-Wald zugeordnet werden. Die Kenntnis des Grundwassereinflusses kann zur Ausscheidung von besseren Varianten des entsprechenden Waldtyps beitragen, weil letztere über tiefreichende Wurzeln eine Nährstoffzufuhr von unten erhalten, auf die die zur Zeit vorhandenen Ackerunkräuter oder Weidepflanzen nicht reagieren, da sie flacher wurzeln.

Auf diese Weise bemüht sich die hier gewählte Methode zur Kartierung der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation um eine Kombination der beiden eingangs dargelegten Wege, weil erst durch diese Kombination eine möglichst genaue Abgrenzung und eine hinreichende Kennzeichnung der Ökotope erzielt werden kann.

2. Vergesellschaftung und Systematik der Ökotope

Wenn die Ausdehnung und die Konstitution der Ökosysteme bekannt ist, kann man sein Augenmerk auf die gegenseitige ökologische Verwandtschaft und die Vergesellschaftung der Ökotope richten. Letztere drückt sich in der *r ä u m l i c h e n* *A n o r d n u n g* der Ökotope, d.h. in dem Nebeneinander und der Kombination, in der Gestalt, der Flächendeckung und der Häufigkeit der einzelnen Ökotoparten aus.

Beim Studium der Vergesellschaftung der Ökotope stellt man oft fest, daß verschiedenwertige Ökotope regelmäßig nebeneinander vorkommen; so finden sich z.B. in manchen Gebieten Sandaufwehungen und vermoorte Stellen in häufigem Wechsel nebeneinander. Sie werden dann auf Grund dieses regelhaften Nebeneinander-Vorkommens zur gleichen Ökotopgesellschaft gestellt.

Die Ausscheidung der *Ö k o t o p g e s e l l s c h a f t e n* kann mit Hilfe der sog. soziologischen Methode erfolgen, die besonders von der floristischen Pflanzensoziologie entwickelt wurde. Dabei werden die jeweiligen Ökotopgesellschaften durch statistisch herausgearbeitete Kenn- und Trennökotope charakterisiert und abgegrenzt, genau wie das Paffen (1953) bereits richtungsweisend aufzeigte. Alle beliebigen regelhaften Öko-

topanordnungen werden Ökotopgesellschaften genannt, ohne daß dadurch eine bestimmte Ranghöhe angegeben wird. Ist es notwendig, eine bestimmte Ranghöhe anzugeben, so könnte man gleichfalls in Anlehnung an die Pflanzensoziologie von Ökotopassoziationen, -verbänden, -ordnungen, -klassen sprechen. Die Areale dieser Ökotopgesellschaften haben bei den verschiedenen Autoren unterschiedliche Namen erhalten. Paffen nannte das regelhafte Mosaik aus Landschaftszellen (Ökotopen) einen Landschaftszellenkomplex. Für die Verflechtung von Landschaftszellenkomplexen oder noch höheren komplexen Einheiten prägte er die Termini: Kleinlandschaft, Einzellandschaft, Großlandschaft usw. (Paffen, 1953, Tab. 2). Haase (1961 b; 1964 b) spricht von Ökotopgefüge und Ökotopgefügegruppe, Neef (1963) von Mikro-, Meso-, Makro- und Megachoren. Eine Zusammenstellung dieser Begriffe bietet Klink (1967). Die genannten Autoren stimmen darin überein, daß das Studium der Ökotopvergesellschaftung bei der Erarbeitung einer naturräumlichen Landschaftsgliederung gute Dienste leistet.

Für die Erkundung und die Darstellung des Mosaiks der einzelnen Ökotopgesellschaften eines Untersuchungsgebietes eignen sich nach Haase (1961 a, 1961 b, 1964 b) und Hubrich (1967) in besonderem Maße "landschaftsökologische Catenen", da diese das regelhafte Nebeneinander der Ökotope an Hand von Profilen wiedergeben.

Eine Landschaftsbetrachtung dagegen, die statt dessen auf Flächen achtet, die sich durch gleiche oder weitgehend ähnliche ökologische Wertigkeit auszeichnen, wird vor allem versuchen, die *verwandtschaftlichen Beziehungen* zwischen den verschiedenen Ökosystemen zu ergründen. Sie geht dabei von den streng ökologisch einheitlichen Ökotopen aus und ordnet zunächst alle Ökosysteme, die einander entsprechen, zum gleichen Ökosystemtyp. Ökosystemtypen, die auf Grund der in ihnen wirkenden Faktoren einander ähnlich sind, gelten als verwandt. Sie bieten den Pflanzen, Tieren und nicht zuletzt dem Menschen weitgehend ähnliche Möglichkeiten und Bedingungen. Durch zunehmende Abstraktion gelangt man auf diese Weise von den kleinen Ökotopen mit hoher Homogenität zu immer größeren Raumeinheiten ²⁰⁾, deren kon-

stituierende Ökotope abnehmende Ähnlichkeit haben, also immer weniger miteinander verwandt sind. Denn bei fortschreitender Abstraktionshöhe müssen immer allgemeinere Merkmale gewählt werden, die allen Ökotypen gemeinsam sind. Es sinken daher reziprok zur Höhe des Abstraktionsniveaus die Anforderungen an die Homogenitätsbedingungen.

Die gegenseitige Zuordnung der Ökosysteme führt zu einer eigenen Systematik der ökologischen Wechselwirkungsgefüge auf der Basis ihrer ökologischen Verwandtschaft. Doch muß betont werden, daß die Einführung einer derartigen Systematik der Ökosysteme zur Zeit einen noch zaghaften Versuch darstellt, und daß an eine ausreichende oder gar allgemeingültige Klärung der verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den in der Natur vorhandenen Wechselwirkungsgefügetypen an Hand des gegenwärtig noch spärlichen Untersuchungsmaterials nicht zu denken ist, Aufschlußreich ist in diesem Zusammenhang der Versuch einer Klassifikation der synergetischen Typen des nord-sächsischen Flachlandes, den Hubrich und Schmidt (1968) vorlegten. Die genannten Autoren verfolgten mit dem Vergleich der bereits zahlreichen für jenes Gebiet von verschiedenen Autoren beschriebenen topischen Einheiten und mit der Einordnung derselben in einen Katalog die gleiche Zielsetzung auf landschafts-ökologischer Basis, nämlich die Aufstellung eines Systems auf der Grundlage der Ähnlichkeit oder der Verwandtschaft der Standortbedingungen.

Am Beispiel des Moerser Landes sollen einige Anhaltspunkte für ein System der topographischen Einheiten bzw. der komplexen Wechselwirkungsgefüge der ökologischen Landschaftsforschung entwickelt werden, die die Aussagefähigkeit und die Bedeutung eines derartigen Ordnungsversuches unterstreichen. Denn es scheint, daß sich auf dieser Grundlage eine universelle Systematik der geographisch relevanten, d.h. in der Landschaft wirksamen Wechselwirkungsgefüge, aufstellen ließe. Sicherlich aber wird eine derartige Erkundung, indem sie allgemeingültige Beziehungen zwischen den Ökotypen bzw. den Ökosystemen herausstellt, das Studium der Ökotypvergesellschaftung, das hauptsächlich zu regional gebundenen Ergebnissen und Gliederungsmöglichkeiten führt, vorzüglich ergänzen.

Schwierigkeit bereitet noch die Auswahl von allgemeingültigen Kriterien, nach denen die Verwandtschaft der Ökotope beurteilt wird. Es wird in diesem Zusammenhang versucht, die dominanten Merkmale der Ökosysteme, die Haase (1961 b) bereits zur Kennzeichnung und Abgrenzung der Ökotope verwendete, als Ordnungsprinzipien zu wählen. Danach werden Ökosysteme, die von unterschiedlichen Faktorengruppen beherrscht werden, in diesem System weit auseinandergehalten. Als Beispiel hierfür mögen die wasserbeeinflussten (Grund-, Hang- und Stauwasser) bzw. die nicht wasserbeeinflussten Ökosysteme genannt werden. Ökotope, die derartig weit divergierende Merkmale aufweisen, bilden im System jeweils eine eigene Klasse, da ihre Wirkungsgefüge kaum miteinander verwandt sind. Auch extreme Bodenartenunterschiede bilden bei den nicht wasserbeeinflussten Flächen eigene Ökosystemklassen. Sie werden allein durch die übergeordneten Merkmale der geographischen Lage und der großklimatischen Verhältnisse und eventuell durch einzelne rezessive Merkmale wie Nährstoffgehalt, die einander gleichen, verbunden. Eine etwas stärkere Verwandtschaft zeichnet die grund- und stauwasserbeeinflussten Ökosysteme aus, da beiden in gewisser Hinsicht der Wasserfaktor gemeinsam ist. Dieselbe weitläufige Verwandtschaft liegt auch bei jenen wasserbeeinflussten Ökosystemen vor, die sich durch ihre Bodenart unterscheiden etwa im Verhältnis von Lehm zu lehmigem Sand, weil beiden noch eine lehmige Komponente gemeinsam ist. Lediglich extreme Bodenartenunterschiede wie Lehm bis toniger Lehm und Sand bilden eigene Ökotoptklassen, weil sich allein deren Wechselwirkungsgefüge genügend stark unterscheiden.

Ökosysteme, denen übergeordnete dominante Faktoren gemeinsam sind, werden in Anlehnung an die Begriffsbildung, die von der Biologie für die Systeme der Pflanzen und Tiere entwickelt wurde, Ökosystemordnungen genannt. Die Ökosystemfamilien wiederum, die als kleine Einheiten innerhalb jeder Ökosystemklasse bzw. -ordnung auftreten, unterscheiden sich dagegen meist dadurch, daß bestimmte dominierende Faktoren ausfallen oder durch andere vertreten werden, ohne daß die ökologische Wertigkeit dieser Areale

stark differiert. So kann beispielsweise bei der Klasse der grundwasserbeeinflußten Ökosysteme das Merkmal hoher Grundwasserstand einmal mit Lehm-, das andere Mal mit Sandboden gekoppelt sein, also mit unterschiedlichem Ausgangsmaterial und Nährstoffreichtum, die bei Ausfallen des gemeinsamen übergeordneten dominanten Faktors, des Grundwassers, sogar eine Zuordnung zu verschiedenen Ökosystemklassen rechtfertigen. Werden aber bei diesen Ökosystemen mit oberflächennahem Grundwasserspiegel die beschriebenen Differenzierungen im Ausgangsmaterial und im Nährstoffgehalt durch übergeordnete Faktoren der gleichen Intensitätsstufe, hier z.B. durch die starke Grundwasserbeeinflussung und die dauernde Zufuhr von Pflanzennährstoffen durch das Grundwasser, gering gehalten, so können diese Ökosysteme zur gleichen Ökosystemfamilie gerechnet werden.

Sehr enge Verwandtschaft zeigen schließlich die Ökosysteme auf der Abstraktionsebene der *Ökosystemgattung*. Denn die Wechselwirkungsgefüge einer Ökosystemgattung unterscheiden sich voneinander lediglich durch geringe Abstufungen innerhalb der gleichen untergeordneten dominanten Faktoren, auf die die Vegetationsgesellschaft bereits anspricht, z.B. durch mittleren sommerlichen Grundwasserflurabstand von 50 - 80 cm und 70 - 100 cm bei sonst ähnlichen Bedingungen oder auch durch Änderungen innerhalb der recessiven Merkmale, die sich ebenfalls nur gering auswirken können, z.B. die Abweichungen im Feinsubstanzgehalt, in der wasserhaltenden Kraft oder in der Basensättigung bei gleichbleibendem mäßigen Grundwassereinfluß.

Auf der niedrigsten Abstraktionsstufe, der der Ökosystemart, steht der *Ökosystemtyp*. Er umschließt alle Individuen mit gleichem Wechselwirkungsgefüge. Jedes zusammenhängende, in sich geschlossene Areal, das heißt, jeder einzelne konkrete Ökotop mit im dargelegten Sinne einheitlicher ökologischer Ausstattung ist ein solches Ökosystemindividuum.

Ein am Untersuchungsgebiet abgeleitetes *Schema* soll die Zuordnungsmöglichkeit der Ökosysteme auf Grund ihrer ökologischen Verwandtschaft in allgemeiner Form verdeutlichen (vgl.

Tab. 1, Anhang). Die wiedergegebenen Ordnungsprinzipien beanspruchen keine Endgültigkeit, da sie sicherlich noch manche Abwandlung erfahren müssen.

- 1) Vgl. hierzu McKenzie: The Ecological Approach to the Study of Human Communities, 1924, wo es heißt: "Human ecology is a study of the spatial and temporal relations of human beings as affected by the selective distributions and accomodative forms of the environment".
- 2) Dies ergab auch eine Durchsicht zahlreicher Lexika des In- und Auslandes so: Der Große Brockhaus 1955, Der Große Herder 1955. Meyers Neues Lexikon 1963. Meyers Großes Konversationslexikon 1909. Enciclopedia Italiana Di Scienze, Lettere ed Arti 1932. Schweizer Lexikon 1947. Encyclopaedia Britannica 1967. Encyclopedia Americana 1965.
- 3) Vgl. z.B. Paffen, 1953; Haase 1964b; Klink, 1964 u. 1966; Schmidt, 1964; Kersberg, 1968; Herz u. Andreas, 1966.
- 4) Vgl.: Neef u.a., 1961; Neef, 1964; Haase, 1961b; 1964b; Hubrich, 1964; Meyers Neues Lexikon Bd. 5, S. 257, 1963.
- 5) Koepcke (1961, S. 16) verwendet auf Vorschlag Tischler's den Begriff "Ökogeographie".
- 6) ein Gedanke, der von den meisten Autoren abgelehnt wird. Vgl. z.B. Troll, 1966a, S. 31; Paffen, 1953, S. 90.
- 7) Ob und inwieweit sich die Flächen dieser Grundeinheiten in der Praxis decken, kann erst entschieden werden, wenn die Grundeinheiten beider Richtungen für das gleiche Gebiet vorliegen.
- 8) Troll verwandte nach Schmithüsen bereits im Wintersemester 1945/46 die Bezeichnung "Ökotop" (1948, S. 83, Anmerkung 10). Schriftlich fixiert wurde der Begriff Ende 1947 in dem eben zitierten Aufsatz von Schmithüsen.
- 9) Die Begriffe Physiotop und Fliese bleiben außerhalb der Betrachtung, weil sie nur Teilaspekte umgreifen.
- 10) "In der Sprache der Biologie entsprechen unseren Ökotope die "Lebensstätten" oder "Biotope" im Sinne von Dahl..." (Troll, 1966a, S. 34).
- 11) "A unit of vegetation considered as such a system includes not only the plants of which it is composed, but the animals habitually associated with them, and also all the physical and chemical components of the immediate environment or habitat which together form a recognisable self-contained entity. Such a system may be called an ecosystem because it is determined by the particular portion, which we may call an ecotope (Greek οἶκος, a place), of the physical world that forms a home (oikos) for the organism." (Tansley, 1939, S. 228; ebenso Tansley, 1953, S. 228)
- 12) Der Ausdruck (Geo-) "Synergotop" findet sich nicht in dem zitierten Aufsatz von Schmithüsen u. Netzel (1962). Er läßt sich jedoch in Anlehnung an die Begriffsbildung für topische Einheiten (vgl. z.B. Physiotop, Geotop,.. u.a.) leicht entwickeln.

- 13) "Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß der Versuch, ohne jeden Bezug homogene Areale zu postulieren, zu klassifizieren oder zu kartieren, zu großen Schwierigkeiten oder auch unfruchtbarem Wortstreit führen muß, da Homogenität kein exakt bestimmbares Merkmal der geographischen Wirklichkeit darstellt..." (Neef, 1964, S. 3)
- 14) Auf den hohen Aussagewert, den die Pflanzengemeinschaften über das ökologische Wechselwirkungsgefüge eines Raumes gewähren, weisen zahlreiche Autoren hin, z.B.: Ellenberg, 1937, S. 205; Tüxen, 1935, S. 61; Braun-Blanquet, 1964, S. 6; Klapp, 1965, S. 103; S. 114; Schmithüsen, 1959, S. 324 f; Kopp, 1960, S. 447; Schwickerath, 1954, bes. S. 52; Darmer, 1955, S. 369; Haase, 1964 b, S. 18 f; Neef u.a., 1961, S. 10; Neef, 1967, S. 63; Haffner, 1968, S. 216 und viele andere.
- 15) Im Gelände treten nur selten "Sprünge" auf; die Regel bleiben allmähliche Übergänge. Die Quantelung kommt einmal durch die Eigenart der Lebewesen, auf Schwellenwerte anzusprechen, zustande, zum anderen durch die Mitteilung, die bei der Anwendung der statistisch-soziologischen Methode erfolgt.
- 16) Haase, 1964 b, S. 11 f; Klink, 1967, S. 204) sind zu vermeiden, da sie wenig glücklich gewählt erscheinen; ersterer vor allem, weil ein Ökotope als ein konkretes, kartierbares Areal mit bestimmter dinglicher Erfüllung nicht zugleich ein Typ sein kann, letzterer besonders, weil der Begriff "Ökotyp(us)" in der Biologie bereits festgelegt wurde für die Benennung einer Rasse, die sich durch besondere Anpassung an einen bestimmten Standort von den übrigen Individuen der gleichen Art abhebt, worauf von geographischer Seite Paffen schon 1953 (S. 88) aufmerksam machte.
- 17) Sie wurde von Granö (1929) und Maull (1936) entwickelt.
- 18) Tüxen, 1956; Preising, 1956; Buchwald u. Losert, 1953; Trautmann, 1966
- 19) Man sagt, daß man eine betreffende Pflanzengesellschaft auf eine bestimmte potentielle natürliche Vegetation geeicht habe.
- 20) Solche Raumeinheiten haben hohe Ähnlichkeiten mit den von Paffen (1953) geforderten Landschaftszellen und lassen sich mit jenen vergleichen.

2. K a p i t e l

D i e Ö k o t o p e d e s M o e r s e r L a n d e s

I. Lage und Abgrenzung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet liegt am linken N i e d e r r h e i n in der Nähe der Stadt Moers. Es stellt einen in W-O-Richtung verlaufenden P r o f i l s t r e i f e n dar, der vom Scheitel des Stauchmoränenwalles bei Schaephuysen und Rheurdt im Westen bis in das dicht besiedelte Gebiet in der Nähe des Rheines im Osten reicht und der damit die von Paffen ausgeschiedenen Kleinlandschaften, die Schaephuysener Höhen, das Moerser Donkenland und die Moerser Heide etwa senkrecht zu ihrer Längserstreckung anschneidet.

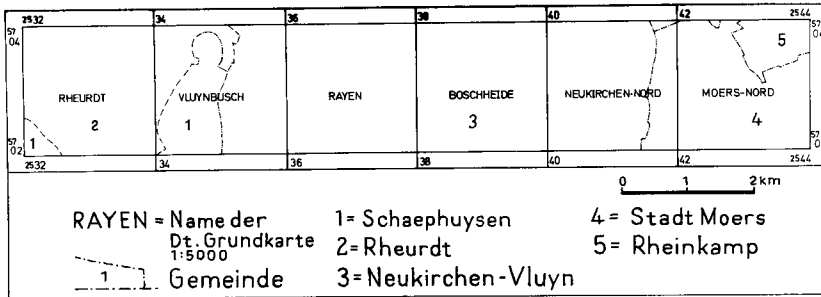


Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet

Die genauen Grenzen des gewählten Profilstreifens fallen mit dem Blattschnitt der Deutschen Grundkarte 1 : 5 000, die als Kartierungsunterlage diente, zusammen, und zwar derart, daß sechs in W-O-Richtung aneinander angrenzende Blätter des genannten Kartenwerkes die Fläche dieses Profilstreifens bedecken. Das Untersuchungsgebiet umfaßt damit bei einer O-W-Erstreckung von 12 Kilometern und bei einer N-S-Ausdehnung von zwei Kilometern eine Fläche von 24 Quadratkilometern. Die Koordinaten dieses Profilstreifens, bzw. diejenigen der einzelnen Blätter der Deutschen Grundkarte sowie die Blattnamen und die administrativen Grenzen gehen aus der Abb. 1 hervor.

Für die Wahl gerade dieses Ausschnittes war entscheidend, daß er das Moerser Land in der Mitte und senkrecht zu den Differenzierungen quert, die bereits durch frühere Untersuchun-

gen bekannt geworden sind, und daß er möglichst wenige geschlossene Siedlungen anschneidet, da diese durch ihre industriell-gewerbliche Überformung das Bild der Agrarlandschaft stören. Aus dem zuletzt genannten Grund wurde der Profilstreifen nicht bis in das industrielle Ballungsgebiet am Rhein ausgedehnt.

II. Natürliche Ausstattung des Untersuchungsgebietes

Bei der Darstellung der natürlichen Ausstattung des Untersuchungsgebietes werden insbesondere solche Gegebenheiten diskutiert, die für den größeren Raum, aus dem das engere Untersuchungsgebiet einen Teil herausschneidet, Bedeutung haben, sei es, daß sie das Werden oder die heutigen Bedingungen des ganzen Raumes beleuchten oder daß sie Eigenschaften darstellen, die vielen Ökosystemen gemeinsam sind, so daß sie gleichsam als konstante Faktoren von deren Einzelbeschreibung ausgeklammert werden können. Die Einzelbeschreibung der Ökotope braucht sich dann nur mehr mit den variablen Faktoren zu befassen.

1. Untergrund

Der tertiäre Untergrund besteht im Raum Moers aus Feinsand, Schluff und Ton. Er wirkt wasserstauend und bildet die Sohle des obersten, für uns wichtigen Grundwasserstockwerkes. Über den tertiären Schichten lagert eine 15 - 25 m mächtige Decke aus Schottern, Kiesen und Sanden, in der sich der Grundwasserstrom leicht bewegen kann. Sie wurde in mehreren Akkumulationsphasen des Pleistozäns gebildet ¹⁾. Die oberste grobkörnige Lage, die *N i e d e r t e r r a s s e*, stammt aus der Würm-kaltzeit, als der verwilderte und von großen Sedimentmengen belastete Rheinstrom infolge seiner großen Abflussschwankungen, insbesondere aber bei seinen fröhsommerlichen Eisgängen, eine weite Fläche beanspruchte. Sein Schotterbett dehnte sich damals in West-Ost-Richtung auf der Höhe von Moers-Duisburg annähernd 20 - 25 km aus, so daß es beinahe unser gesamtes Untersuchungsgebiet bedeckte. Nur die Stauchmoränenwälle der Saale-Kaltzeit ragten über die Niederterrassenebene hervor.

Nach Ablauf der Hochflut verlief sich der würmeiszeitliche Fluß in zahllose Rinnen und Rinnsale zwischen Sand und Geröll, bis er im Winter wieder einfrohr. Aus dem fast vegetationslosen Schotterbett konnten vorherrschende Westwinde das Feinmaterial ausblasen und zu Dünen, Flugsand- und Lößdecken aufwehen. Der Löß wurde vom Winde am weitesten verfrachtet. Soweit die äolischen Ablagerungen, Dünen- und Flugsand, im Hochflutbereich verblieben, wurden sie von der folgenden Flut wieder zerstört oder umgelagert. Deshalb finden wir im Untersuchungsgebiet nur an den Stellen ursprüngliche äolische Ablagerungen, wo diese besonders mächtig waren oder über die Hochwasserlinie emporragten, z.B. an den Flanken der Stauchmoränenwälle.

Als gegen Ende der Kaltzeit Frostverwitterung und Bodenfließen fast ganz zum Stillstand kamen, der zunehmende Pflanzenwuchs die Lockerstoffe immer wirksamer festhielt, den Niederschlag und den Abfluß bremste, als extreme Abflußschwankungen sich verringerten, Eisgänge und Frühjahrsüberschwemmungen seltener wurden, reichte die verminderte Transportkraft der Rheinfluten nur noch zur Sedimentation von Sand, Schluff und Lehm aus. Auf diese Weise wurden die groben hocheiszeitlichen Ablagerungen allmählich mit einer 4 - 15 dm, meist 7 - 8 dm mächtigen Feinmaterialdecke überzogen. Sie stellt das Ausgangsmaterial für die alluviale Bodenbildung dar. Ihre Feinkörnigkeit, relativ hohe Basensättigung und lockere Struktur bilden die Grundlage für die Fruchtbarkeit des Landes. Die fluviatile Herkunft der Ablagerungen bedingt einen kleinflächigen Wechsel der Bodenarten und deren Schichtung, der sich noch verstärkte durch äolische oder erneute fluviatile Umlagerungen. Infolge der Niveauerhöhung durch die Hochflutabsätze, des verringerten Wasserangebotes und der Tiefenerosion des Flusses wurden langsam weite Flächen der Niederterrasse hochwasserfrei.

In der Nacheiszeit beschränkte sich der Fluß auf einige alluviale Rinnen. Sie wurden zum Teil nur bei Hochfluten durchspült und ihre Sohle durch Lehm- und Tonablagerungen weiter erhöht. Der Hauptstrom des Rheines verlagerte sich an die östliche Flanke der Niederterrasse, schnitt dort in sie ein und

bildete die Flußbaue. aus. Viele der alluvialen Rinnen, besonders die am weitesten westlich gelegenen, verloren allmählich durch die dauernde Tiefenerosion des Hauptarmes oder durch Barrierebildung von seiten der Hochflutabsätze - die verringerten Hochfluten lagerten ihre Sedimente bereits in der Nähe des Hauptarmes ab - die Verbindung zum Hauptarm. Sie bildeten eigene Vorfluter, die von dem mit dem Rhein in Zusammenhang stehenden Grundwasser und dessen Schwankungen gespeist wurden. Einige besonders tiefe Rinnen, die dauernd mit Wasser gefüllt blieben, verlandeten durch Niedermoorbildung, z.B. der Littardkendel, der Kleine Hugen Graben und Teile des Anraths Kendels. Andere Rinnen und Niederungen vermochte der Rhein bis zu seiner engültigen Eindeichung in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts bei starken Hochfluten immer noch zu durchspülen. Er trat dabei nach Scheller (1964) an den "Steinernen Bänken" nördlich Düsseldorf-Büderich und bei Uerdingen über die Ufer, folgte dem Aubruchkanal und dem Schwafheimer Kendel nach Norden, um über die Moersbachniederung wieder abzuziehen. Das Untersuchungsgebiet, das westlich des Moersbaches und des Aubruchkanales liegt, konnte von dem Rheinhochwasser nicht mehr gefährdet werden. Lediglich die alluvialen Rinnen füllten sich mit Wasser, weil zur Zeit der Hochflut meistens auch am Niederrhein große Niederschlagsmengen fielen und der Abfluß zum Rhein des Rückstaus wegen behindert war.

Wie Fremdkörper liegen in der Niederterrasse einige steil begrenzte, wallartige Höhenzüge von sichelförmiger Gestalt in einer doppelten Staffel hintereinander. Sie verdanken ihren Ursprung dem Eis der Saale-Kaltzeit, das im Amersfoorter Stadium, der äußersten Vereisung, bis hierher vorstieß. Diese Moränen bestehen hauptsächlich aus Kiesen und Schottern der unteren Mittelterrasse des Rheines, die durch das heranrückende Eis zusammengeschoben, aufgestaucht und zum Teil mit Schollen des tertiären tonigen Untergrundes vermennt wurden. Nordisches Material ist selten. Von den Fluten des Rheines wurden die Moränenwälle zerstückelt. Zu der inneren Staffel gehören der Egels-, Gülix-, Rayer-, Eyller-, Dachs- und Kamperberg. Zur äußeren Staffel zählen der Hülser Berg und der Schaephuysener Höhenzug. -

Periglaazialerscheinungen, z.B. Kryoturbationen, wurden nach Kaiser (1958, S. 111 und Karte S. 125) auf der Niederterrasse bisher nicht beobachtet.

Von Bedeutung für die Entwicklung des Untersuchungsgebietes sind in Nord-Süd-Richtung die H e b u n g des Rheinischen Schiefergebirges seit dem Spättertiär und das E i n s i n - k e n des Niederrheinischen Tieflandes, in West-Ost-Richtung die verschiedenen Hebung- und Senkungstendenzen entlang den von NNW-SSO verlaufenden B r u c h l i n i e n , die zur Ausbildung von Gräben und Horsten führten. Der Graben von Venlo und damit das Flußgebiet der Maas senkte sich, während das Niederterrassengebiet des Rheins und der Höhenzug von Viersen als Horst stehen blieben. Diese tektonischen Vorgänge bewirkten im Laufe langer Zeiten Veränderungen, die die heutige Entwässerung stark beeinflussen. Wenn auch die genannten Bewegungen heute noch anhalten, so sind ihre Beträge, 1 - 2 mm / Jahr (nach Quitzow und Vahlensiek, 1955, S. 65 f), viel zu gering, um für uns sichtbare Auswirkungen zu zeigen. Anders ist es mit der "künstlichen Tektonik", die in dem Gebiet um Moers durch den Bergbau hervorgerufen wird. Sie erlangt beträchtliche, rasche und sichtbare Veränderungen, besonders seitdem der Versatz der verlassenen Stollen mit Abraum unterbleibt. Stellenweise sind Senkungen der Oberfläche bis zu 7,50 m aufgetreten, Senkungen um 3 m sind weit verbreitet.

2. Relief

Die Niederterrasse stellt eine schwach nach NNW g e n e i g - t e E b e n e dar. Sie wird von zahlreichen alluvialen Rinnen, die die gleiche Richtung bevorzugen, zerfurcht und in einzelne Abschnitte, P l a t t e n , zerlegt. Die Neigung dieser Ebene, berechnet nach den Angaben der Meßtischblätter, beträgt 30 - 40 cm pro km. Die absoluten Höhen, die das Meßtischblatt Moers z.B. für den Profilstreifen angibt, der das Moerser Land annähernd in der Mitte quert, betragen 29 m bzw. knapp über 30 m über NN. Südlich des Profiles steigen die Höhen allmählich auf etwa 32 m NN, nach Norden hin fallen sie auf 26 m NN. Die Sohlen der ausgeprägteren Rinnen sind 1,50 -

2,50 m, selten stärker in die Ebenheiten eingetieft. Doch sind die Höhenangaben des Meßtischblattes Moers - sie stammen aus den Aufnahmen von 1892 - 1899 - infolge von Bergsenkung und anderen anthropogenen Einflüssen weitgehend überholt. Durch die verschiedenen menschlichen Eingriffe, insbesondere durch die Bergsenkung, erhielt die ursprünglich fast ebene Fläche eine neue und stärkere Oberflächengestaltung: Es entstanden neue Hohlformen, Dellen und Gräben in der Ebenheit; da, wo zwei Hohlformen benachbart auftraten, wurde der Rest der Ebenheit zur Vollform. Andere Formen haben ihren Ursprung in Abtragungen oder Aufschüttungen.

Die Ebenheiten stellen heute immer noch die flächenmäßig bedeutendsten Reliefformen dar. Von Paffen (1948, 1953) und Rosenberg (1932) wurden die einzelnen Abschnitte dieser Ebenheiten, die durch Rinnen voneinander getrennt sind, **D o n k e n p l a t t e n** genannt. Ich habe festgestellt, daß die einheimische Bevölkerung den Begriff "Donk" in einem anderen Sinne verwendet. Sie bezeichnet die lange trockengefallenen Niederterrassenflächen nicht als Donken, sondern nur jene kleinen schildförmigen Erhebungen im alluvialen Hochflutbereich, die einst von dem ringsum feuchten Gelände sich abhoben, für Acker- und Siedlungsland einigermaßen eigneten, und bei Hochflut Schutz gewährten, da sie allenfalls von höchsten Hochfluten überschwemmt wurden. Die Ortsnamen auf Donk geben den gleichen Sachverhalt wieder. Man findet **Donknamen** in dem vom Rheinhochwasser gefährdeten Bereich der Moersbachniederung: z.B. "In der alten Dong", "In der neuen Dong", "Asdonk", "Mittel-donk" und "Hülsdonk". In dem westlich anschließenden hochwasserfreien Niederterrassengebiet taucht der Donkname nur einmal auf, nämlich im alten Averdunkhof. Erst in der Niers- und Fleuthniederung tritt er wieder gehäuft auf. Auch in der Maasaue (Niederlande) und in der bruchigen Niederung westlich der Aldekerkerplatte ist er zu finden. Es scheint daher angebracht, die von alluvialen Rinnen umschlossenen, lange hochwasserfreien Teile der Niederterrassenebene Niederterrassenplatten zu nennen und den Ausdruck "Donkenplatten", den Rosenberg und Paffen zu stark verallgemeinert haben, zu vermeiden,

um den Begriff der Donk für jene kleinen schildartigen Erhebungen im alluvialen Hochwasserbereich aufzusparen.

An zweiter Stelle stehen flächenmäßig die H o h l f o r m e n , von denen die zahlreichen alluvialen Rinnen am bedeutendsten sind. Sie sind nur selten über 100 m breit und 2,50 m tief. Sie zeigen trotz zahlreicher Schlingen und Aufzweigungen allgemein einen NNW-SSO-Lauf und oft deutlich ausgebildete Prall- und Gleitufer. Meistens jedoch werden ihre Uferböschungen von seiten der Landwirte versteilt, um die Feldfläche auf der Niederterrassenplatte oder die Grünlandfläche in der Kendelniederung zu vergrößern. In der Mitte werden die Feuchtrinnen von einem Kendelbach bzw. die Trockenrinnen von einem trockenen Graben durchzogen, an dessen Rändern noch einzelne Kopfweiden von ehemals größerer Feuchtigkeit künden. An den Ostflanken der Rinnen findet man öfters Sandaufwehungen, die durch die vorherrschenden Westwinde von den trockengefallenen Gleitufeln her aufgeweht wurden.

Andere Hohlformen stellen die zahlreichen kleinen Dellen dar, die auch auf dem Meßtischblatt verzeichnet sind. Sie finden sich auf der Niederterrasse wie auch im alluvialen Bereich. Viele von ihnen sind ehemalige Lehmentnahmestellen für den Ziegelbrand in sog. Feldziegelöfen oder Mergelgruben. Andere dürften Kolklöcher sein, die sich auf der Terrassenfläche erhalten haben. Rezent lassen sich solche Kolklöcher besonders im alluvialen Bereich der Rheinaue beobachten.

Ovale bis langgestreckte Mulden verschiedener Ausdehnung und Tiefe, die noch nicht auf dem Meßtischblatt eingetragen sind, wurden durch Bergsenkung hervorgerufen. Kurz nach Eintritt solcher Bergsenkungen sind im Gelände mitunter scharf abgesetzte Bruchkanten und tiefe Spalten im Erdboden zu beobachten. Sie werden durch die Bodenbearbeitung wieder ausgeglichen, so daß nur flache Mulden zurückbleiben, die durch dort zusammenlaufendes Regenwasser ein etwas anderes Wechselwirkungsgefüge als die umliegenden Flächen aufweisen. Erfolgt die Senkung bis in die Nähe des Grundwasserspiegels, treten Vernäsung oder gar Überstauung ein. Genannt werden sollen zuletzt noch die vielen Hohlformen, die künstlich durch Kiesbaggereien

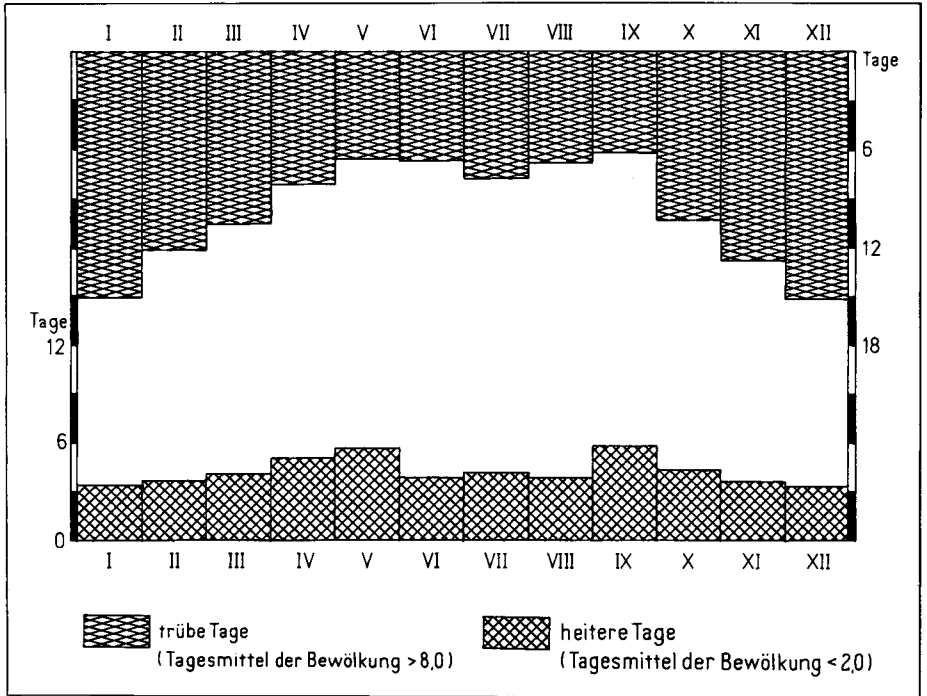


Abb. 2: Mittlere Zahl der heiteren und trüben Tage 1887-1930 (Wetterstation Krefeld)

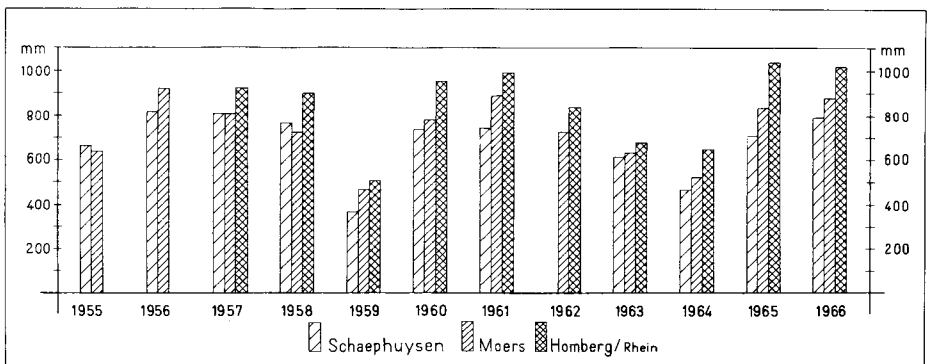


Abb. 3: Zunahme des Jahresniederschlags in W-O-Richtung (1955 - 1966)

geschaffen wurden.

Den geringsten Flächenanteil nehmen im Moerser Land die **V o l l f o r m e n** ein: Sie werden vertreten durch Dünenkuppen, die auf die Niederterrassen aufgeweht wurden, durch Restberge der Stauchmoränenwälle und durch hochaufgetürmte Abraum- und Kohlehalden.

3. Klima

Am südlichen Rande des Moerser Landes, etwa 12 km vom kartierten Profilstreifen entfernt, liegt die Wetterstation Krefeld. Ihre Werte treffen für den Raum westlich von Moers weitgehend zu, wenn auch manche von ihnen nach Norden hin eine geringe Abstufung erfahren.

Die dort ermittelten Durchschnittswerte (Klimakunde des Dt. Reiches, Bd. II, 1939) zeigen die maritime Beeinflussung des Untersuchungsraumes: **m i l d e W i n t e r** mit nur wenigen Eistagen (11,7); 56,3 Frosttage (ein Viertel davon entfällt auf den Januar); mäßig warme Sommer mit nur 27,7 Sommertagen; mittlere Jahrestemperatur von $9,1^{\circ}$ C; mittlere Jahresschwankung von $15,8^{\circ}$ C; während der Hauptvegetationszeit, Mai bis Juli, mittlere Temperaturen zwischen $15 - 16^{\circ}$ C; 160 bis 170 warme Tage mit einem Tagesmittel über 10° C; 237 Tage mit mittleren Temperaturen über 5° C. Da die meisten Pflanzen erst unterhalb einer mittleren Temperatur von $+ 5^{\circ}$ C ihr Wachstum einstellen, ist die Vegetationszeit sehr lang. Die mittlere relative Luftfeuchtigkeit ist im Winter mit 88 % am größten, im Mai mit 70 % am geringsten. Die Bewölkung ist das ganze Jahr über hoch (Abb. 2); Winde aus SW und W herrschen vor.

Für das Untersuchungsgebiet westlich von Moers betragen die mittleren **J a h r e s n i e d e r s c h l ä g e** 700 - 720 mm. Noch weiter westlich an der Niers und auch östlich von Moers in der Nähe des Rheines steigen die Niederschläge leicht an auf etwa 720 - 740 mm. Die Zunahme des Niederschlages vom Schaephuysener Höhenzug an nach Osten zum Rhein hin zeigen die Abbildungen 3 und 4 deutlich. Die tatsächlichen Jahressummen des Niederschlages unterliegen beträchtlichen Schwankungen.

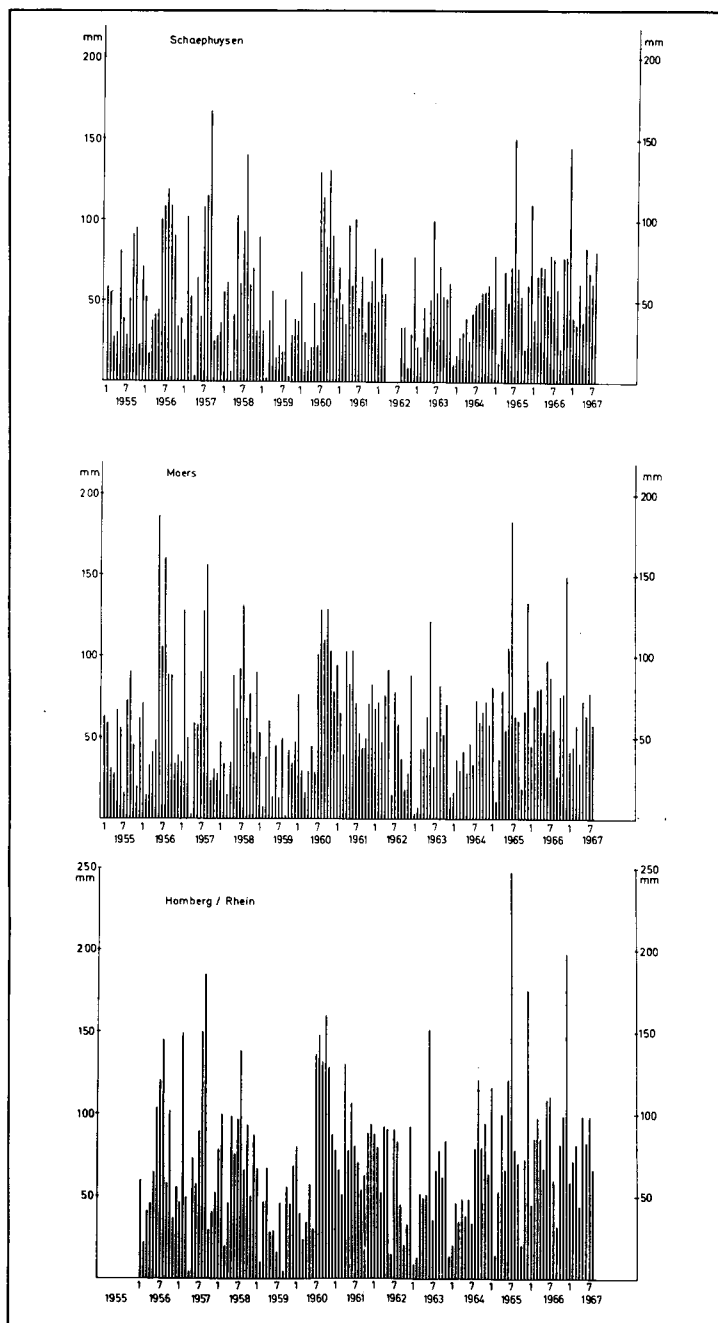


Abb. 4: Monatssummen des Niederschlags in W-O-Richtung
(1955 - 1967)

Nach van Eimern gilt folgende Faustregel, daß "... in nassen Jahren etwa doppelt so viel Niederschlag fällt als in trockenen Jahren und in trockenen Jahren etwa 2/3 des mittleren Niederschlages" (1948, S. 31). Diese Regel wird auch von den Angaben der Abbildung 3 bestätigt. Die Monatssummen des Niederschlages zeigen, wie Abbildung 4 angibt, noch größere Schwankungen. In der Hauptvegetationszeit (Mai bis Juli) fallen durchschnittlich etwa 180 - 200 mm Niederschlag.

Der durchschnittliche *W i t t e r u n g s g a n g* zeigt folgendes Bild. Im langjährigen Mittel (1881 - 1930) der Station Krefeld fallen beinahe in jedem Monat wenigstens an 15 Tagen mindestens 0,1 mm Niederschlag. Lediglich die Monate Mai, Juni und September unterbieten mit jeweils 13 Tagen den Schnitt (Abb. 5). An 10 Tagen der meisten Monate fällt mindestens 1 mm Niederschlag, im Februar, Mai, Juni, September und November bleiben es 9 Tage. Ähnliche Verhältnisse spiegeln Aufstellungen der monatlichen Niederschlagssummen wider (Abb. 6): die höchsten Niederschläge fallen Juli bis August, die geringsten Februar bis Mai.

In dem Zeitraum von 1856 bis 1935 trat nach van Eimern (1948, Tabelle 3) im Untersuchungsgebiet 58mal eine *T r o c k e n - p e r i o d e* auf, in der in drei zusammenhängenden Monaten insgesamt weniger als 120 mm Niederschlag fielen; bei 16 dieser genannten Trockenperioden gehörten wenigstens zwei Monate der Spanne November bis Februar an; bei 20 dieser Perioden entfielen zwei Monate auf Mai bis August. Sechsmal traten sehr trockene Perioden auf (mit insgesamt höchstens 90 mm Niederschlag in drei zusammenhängenden Monaten), von denen wenigstens zwei Monate auf Mai bis August entfielen (Dürresommer). Feuchte Perioden mit mehr als 240 mm Niederschlag in drei aufeinanderfolgenden Monaten traten 66mal auf, davon entfielen 24mal wenigstens zwei Monate auf November bis Februar, 33mal wenigstens zwei Monate auf Mai bis August. Nasse Perioden mit mehr als 300 mm Niederschlag in drei aufeinanderfolgenden Monaten traten 28mal auf, davon fielen von 9 solchen Perioden wenigstens zwei Monate auf November bis Februar, von 14 dieser Perioden wenigstens zwei Monate auf Mai bis August. In jedem

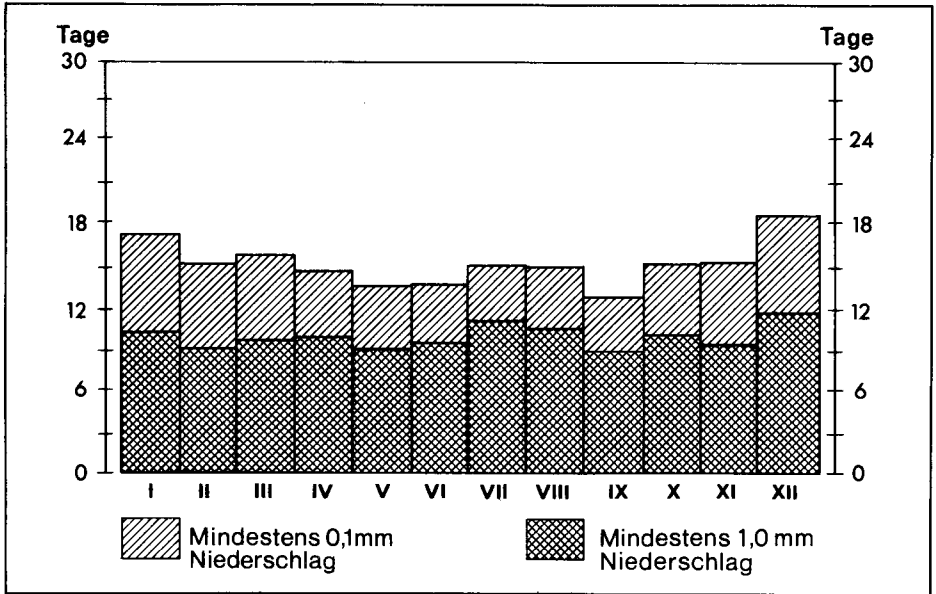


Abb. 5: Tage mit Niederschlag im Mittel 1891-1930
(Stat. Krefeld, n. Klimakunde d.Dt.R., II, 1939)

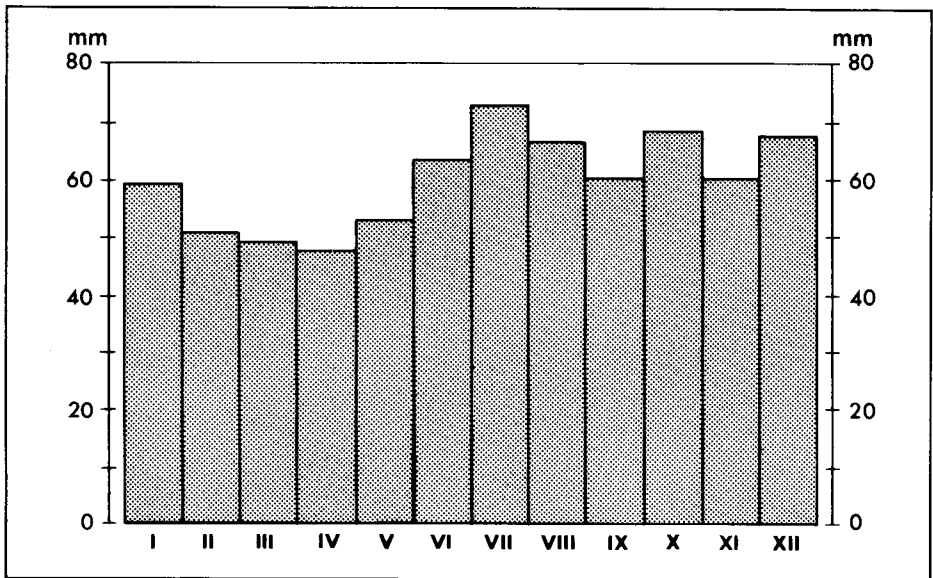


Abb. 6: Jahresgang des Niederschlags im Mittel 1891-1930
(Wetterstat. Rayen, n. Klimakunde d. Dt. R., II, 1939)

vierten bis fünften Jahr tritt ein sehr nasser Sommer auf. Eigentliche Dürresommer sind selten (sechsmal in 80 Jahren). Beinahe jedes Jahr weist eine Folge von drei feuchten Monaten auf, die häufiger in das Sommerhalbjahr fallen als in die winterliche Zeit.

4. Gewässer

Jeglicher Niederschlag, der den Boden erreicht und nicht so gleich verdunstet, versickert mehr oder weniger rasch im Erdreich. Ein direkter oberirdischer Abfluß des Niederschlagswassers ist im Flachlande des Moerser Raumes so gut wie nicht vorhanden, sondern nur über das *G r u n d w a s s e r* möglich. Durch das einsickernde Wasser ergänzt der Boden zunächst seine Wasserreserven. Der Überschuß gelangt zum Grundwasser und bedingt ein Ansteigen des Grundwasserspiegels. Nur dort, wo ein Vorfluter in den Grundwasserbereich einschneidet, kommt es zu einem oberirdischen Abfluß. Entfernt sich die Sohle des Vorfluters aus dem Grundwasserbereich, so versickert das fließende Rinnsal. Trotz der sommerlichen Niederschläge sinken der Grundwasserspiegel und die Wasserreserven des Bodens in der warmen Jahreszeit ab. Erst im Herbst, wenn die Temperaturen fallen, die Verdunstung geringer wird, die Transpiration der Pflanzen weitgehend zum Erliegen kommt, entsteht ein Wasserüberschuß, der die Wasserkapazität des Bodens erneut sättigt und das Grundwasser ansteigen läßt. Dieser Vorgang dauert im Untersuchungsgebiet das ganze Winterhalbjahr hindurch an. Zwischen Januar und April werden die höchsten Grundwasserstände registriert, und der Boden erreicht Feldkapazität hinsichtlich seiner Wasserspeicherfähigkeit. Mit Beginn der Vegetationsperiode, wenn die Temperaturen höher, Verdunstung und Transpiration der Pflanzen größer werden, erfolgt wiederum ein Abfall des Grundwasserspiegels und der Wasserreserven des Bodens (vgl. Grundwasserkurven bei der Beschreibung der Ökosystemtypen und Abb. 15, Beilage 8).

Auf Grund dieser Verhältnisse gehört das Moerser Land nach Koehne(1948) zum maritimen Grundwasserschwankungstyp. Nach

Weimann (1940) und van Eimern (1948), die innerhalb des Moerser Raumes verschiedene Zonen gleicher Grundwasserschwankung herausstellten, gehört der Untersuchungsraum westlich Moers bis zum Schaephuysener Höhenzug zur "Niederschlagszone" (Weimann, 1940), deren Grundwasserschwankungen vom Niederschlag und dem sommerlichen Wasserverbrauch bestimmt werden. Erst östlich von Moers beginnt, wie van Eimern (1948) aufzeigen konnte, ein Bereich, in dem sich die Hoch- und Tiefwasserstände des Rheinspiegels auszuwirken beginnen.

Die mittlere Jahresschwankung des Grundwasserspiegels liegt im untersuchten Profilstreifen generell unter einem Meter, meistens zwischen 50 - 80 cm. Hinsichtlich der Amplitude der Grundwasserschwankungen hebt sich innerhalb des Streifens der westliche Bereich noch schwach von dem mittleren und östlichen ab: An der westlichen Flanke des Untersuchungsgebietes dehnt sich am Fuße des Schaephuysener Höhenzuges eine dauernd feuchte Niederung aus, die nur sehr geringe Schwankungen zeigt, nämlich 0,3 - 0,5 m bei den Mittel- und etwa 1 m bei den Extremschwankungen. Östlich dieser feuchten Niederung erreichen die Schwankungen höhere Beträge. Dabei kommen die größten mittleren Schwankungen, wie es der Niederschlagszone entspricht, in den Bereichen vor, in denen der Grundwasserstrom nur langsam fließt, z.B. im Littard-Gebiet und in Vluynbusch, wo seine Fließrichtung wenig entschieden ist (Abb.8, Beilage 1). Aber auch Gebiete, die von Kendelbächen, die das Wasser ableiten können, nur gering zerschnitten werden, zeigen größere mittlere Grundwasserschwankungen. Schließlich treten noch Areale mit größeren mittleren Schwankungen auf, wenn Kendelbäche den Grundwasserstrom entgegengesetzt zu seiner allgemeinen Fließrichtung nach NO schwach zu sich ablenken.

Die Extremschwankungen des Grundwasserspiegels zeigen dagegen innerhalb des Profilstreifens eine klarere Abfolge von Westen nach Osten hin. Sie sind im grundwassernahen Bereich bei Rheurdt mit ca. 1 m am niedrigsten, weil dort genügend Wasserabzugsgräben für eine schnelle Ableitung des Wasserüberschusses sorgen. Mit zunehmendem Grundwasserflurabstand steigen sie an.

Östlich des Plankendicks-Kendels erreichen sie bereits 2 m und erzielen schließlich am östlichen Rande des Untersuchungsgebietes mit 3 Metern die höchsten Beträge. Dennoch ist der Einfluß der Extremschwankungen des Grundwasserspiegels im westlichen Abschnitt des Profiles trotz der geringeren Amplitude für das ökologische Wirkungsgefüge dieser Areale von größerer Bedeutung als in der östlichen Hälfte des Untersuchungsgebietes. Denn in dem zuerst genannten Bereich kommt es infolge des gleichzeitigen geringen Grundwasserflurabstandes bald zu Wasseraustritt und Überstauung oder wenigstens zu stärkerer Durchfeuchtung des Geländes, während im östlichen Abschnitt des Profiles der Grundwasserspiegel selbst bei einem Anstieg von 1,50 - 2,0 Metern über seinen mittleren Stand immer noch wenigstens 1,5 Meter unter der Flur ansteht, so daß er für die Pflanzendecke ohne Einfluß bleibt. In gleicher Weise werden die grundwassernahen Bereiche auch von einem Absinken des Wasserspiegels in Trockenjahren in stärkerem Maße betroffen, weil sich ihr Wechselwirkungsgefüge auf den hohen Wasserstand eingestellt hat, während es bei den grundwasserfernen davon unabhängig ist.

Die Grundwasserflurabstände zeigen innerhalb des Untersuchungsgebietes starke Unterschiede. Verallgemeinernd kann zwar gesagt werden, daß sie von Westen nach Osten hin zunehmen. Doch erlauben die zahlreichen Ausnahmen nicht, sie als konstante Faktoren für größere Gebiete herauszuheben, so daß es notwendig wird, sie bei der Beschreibung der einzelnen Ökosystemtypen gesondert aufzuführen.

5. Auswirkung der Klima- und Feuchteverhältnisse auf Vegetation und Anbau

Aus dem sommerlichen Rückgang des Grundwasserspiegels und der Wasserreserven im Boden muß man schließen, daß der Niederschlag während dieser Zeit den Wasserbedarf, der durch Verdunstung und Transpiration hervorgerufen wird, nicht auszugleichen vermag. Die Evapotranspiration ist auf die im Boden gespeicherte Feuchte und auf das Grundwasser angewiesen. Berechnungen von Meisel (1960) und Bergerhoff (1955), durchge-

führt im Moerser Raum, haben ergeben, daß die Grünlandvegetation bis zu einem sommerlichen Grundwasserflurabstand von maximal 1,30 m (Meisel, 1960, S. 96) bzw. 1,20 m (Bergerhoff, 1955, S. 41), Feldfrüchte bis zu 1,50 m (Meisel, S. 75, ähnlich auch Bergerhoff, S. 40) auf das Grundwasser zurückgreifen können. Bei tieferen sommerlichen Grundwasserständen ist die genannte Vegetation (die Wälder der potentiellen natürlichen Vegetation vermögen noch tiefere Grundwasserstände auszunutzen) neben den Niederschlägen allein auf die Wasserreserven des Bodens angewiesen, die von der wasserhaltenden Kraft des Bodens abhängen. Diese ist ihrerseits eine Funktion der Bodenart, des Bodengefüges und des Kolloidreichtums, insbesondere des Humusgehaltes im Boden. Wie unterschiedlich sich die Abnahme der Bodenfeuchte auf verschiedenen Standorten gestalten kann, verdeutlicht Abb. 15 (Beilage 8). Dort wird, beruhend auf 350 Einzelmessungen, die Feuchtigkeitsabnahme in den ersten 10 cm des Oberbodens zu Beginn der Vegetationszeit nach Erreichung der Feldkapazität während einer einmonatigen Trockenphase auf verschiedenen Standorten dargestellt. Die wasserhaltende Kraft der Böden zeigt sich in der Höhe der Feldkapazität, in der Geschwindigkeit und in dem Ausmaß der Feuchtigkeitsabnahme. Sie ist bei rein sandigen Böden (Ökosystemtypen Nr. 23, 24, 25) am geringsten, bei torfigen oder stark humosen Böden (Ökosystemtypen Nr. 1 u. 2) am größten. Unter den mineralischen Böden nimmt sie mit steigendem Tongehalt zu (vgl. z.B. Ökosystemtypen Nr. 17, 15 u. 14). Neben der wasserhaltenden Kraft des Bodens ist es für die Vegetation und den Anbau entscheidend, welche Wassermenge das betreffende Bodensubstrat von seinem gespeicherten Vorrat wieder an die Pflanzenwurzeln abzugeben vermag. Die größte Speicherfähigkeit für pflanzenverfügbares Wasser besitzen nach Scheffer-Schachtschabel (1966, S. 245) die Schluff- und Lehmböden, nicht dagegen die Tonböden. Denn letztere binden in den Hydratationshüllen der Kolloidpartikelchen und durch osmotische Kräfte einen großen Teil des Wasservorrates so fest, daß er den Pflanzenwurzeln verschlossen bleibt.

Wie gestaltet sich die **W a s s e r b i l a n z** bei verschie-

dener landwirtschaftlicher Nutzung auf den Standorten, die allein auf die Niederschläge und die Wasserspeicherfähigkeit des Bodens angewiesen sind? In der Periode Februar bis Mai fallen im Untersuchungsgebiet die geringsten Niederschläge, der Monat Mai zeigt außerdem die geringste relative Luftfeuchtigkeit (70 %). Trotz dieser etwas ungünstigen Bedingungen ist bei **G r ü n l a n d n u t z u n g** der erste Aufwuchs auf den Böden mit guter wasserhaltender Kraft und hoher Speicherfähigkeit an pflanzenverfügbarem Wasser, den Lehm- und sandigen Lehmböden, z.T. auch noch auf den Böden mit stark sandigem Lehm, sicher und ertragreich. Denn die Wasserreserven dieser Böden, die zu Beginn der Vegetationsperiode Feldkapazität besitzen, reichen normalerweise zu seiner Versorgung aus.

Nur die stark sandigen Böden mit ihrer geringen wasserhaltenden Kraft erweisen sich bereits jetzt für ertragreiches Grünland als zu trocken. Für den ersten Schnitt und die Heuernte auf den Wiesen und Mähweiden bietet die trockene Witterung im Mai günstige Bedingungen. Doch die Zeit nach dem ersten Schnitt oder der ersten Beweidung gestaltet sich kritisch für die Grünlandvegetation, da die Wasserreserven des Bodens aufgebraucht und die Pflanzen jetzt auf ausreichende Niederschlagszufuhr angewiesen sind. Bleibt diese längere Zeit aus oder ist sie nicht hoch genug - hinreichend für optimale Erträge ist sie allein in Feuchtjahren - , so vermindert sich die Menge des zweiten Aufwuchses, oder es treten Trockenschäden auf. Besonders gefährdet sind die Wiesen und Mähweiden, auf denen durch den radikalen Eingriff der Mahd der Boden plötzlich entblößt wird und nun, nicht mehr durch die Vegetationstreibhülle vor Verdunstung geschützt, schnell austrocknen kann. Die Grasnarbe nimmt leicht Schaden: Sie wird lückig, brennt aus, der Nachwuchs ist gering, es stellen sich trockenheitsertragende Pflanzen und zum Teil Unkräuter ein. Reine Weiden sind weniger gefährdet, weil bei ihnen eine dichte Grasnarbe, die den Boden vor starker Verdunstung schützt, erhalten bleibt. Dennoch sind auch bei ihnen sommerliche Trockenschäden und schwacher Nachwuchs häufig zu beobachten. Mehrmalige Schur oder häufige Beweidung ist auf diesen Standorten ohne Bewässerung nicht op-

timal. Sie können deshalb nur als bedingt geeignet für die Grünlandnutzung angesehen werden. Bei den F e l d f r ü c h - t e n bleibt die Vegetationsschutzhülle erhalten, so daß die Austrocknung des Bodens gemildert wird. Außerdem reichen die Wurzeln der Feldfrüchte viel tiefer in das Erdreich hinab als diejenigen des Grünlandes. Ein großer Teil ihrer Wurzelmasse (Meisel, 1960, S. 47 ff) entfaltet sich bis zu 0,80 m Tiefe, während sich diejenige der Weiden mit 0,40 m begnügt. Ausläufer der Wurzeln der Feldfrüchte können mit sinkendem Saum des Kapillarwassers bis zu 1,50 m hinabwachsen.

Zu den gleichen Ergebnissen, daß nämlich fast alle Standorte, die nicht auf das Grundwasser zurückgreifen können, trotz der hohen sommerlichen Niederschläge, für Grünlandnutzung nur bedingt geeignet sind, kommt die Wasserstufenkarte (Meisel, 1955). Sie geht nicht von bekanntem Wasserhaushalt, den Grundwasserständen und Niederschlägen aus, sondern von den Pflanzengesellschaften und ermittelt über den Zeigerwert der Vegetation den Wasserbedarf aller landwirtschaftlichen Nutzflächen (Grünland, Forst und Acker), den diese bei für sie geeigneten Kulturarten benötigen, um optimale Erträge zu bringen. Fast alle Grünlandflächen, sowohl die auf den Platten als auch diejenigen in den Rinnen östlich des Köhrrahms Grabens, die nicht auf das Grundwasser oder auf sehr hohe Wasserspeicherfähigkeit ihres Bodens zurückgreifen können, erhielten die Signatur "geringer Wassermangel" für optimale Erträge, Für die Ackernutzung erweisen sich dagegen die Standorte mit guter bis mäßiger wasserhaltender Kraft als geeignet. Bei ihnen leiden unter geringem Wassermangel nur stark sandige Standorte östlich des oberen Moers Kanals, des Neukirchener Kanals, des Wiesfurtgrabens und des Anraths Kanals sowie die Dünen zwischen dem Balderbruch-Graben und dem Hülsdonker-Graben und die mächtigen Flugsandbildungen östlich des Moersbaches. Geringes Ertragspotential infolge von "geringem Wasserüberschuß" besteht im Moerser Raum allein an wenigen Stellen auf dem Ackerland, die schwere staunasse Böden oder starken Grundwasser-einfluß infolge von Bergsenkung zeigen.

6. Änderung der Grundwasserverhältnisse

Noch vor wenigen Jahrzehnten war das Gebiet um Moers sehr feucht. Es wurden deshalb seit Mitte des letzten Jahrhunderts zahlreiche Entwässerungsgenossenschaften gegründet. Von diesen ist heute die "Linksniederrheinische Entwässerungsgenossenschaft" (Lineg) die bedeutendste. Sie nimmt seit 1908 regelmäßig Grundwasserbeobachtungen vor. Zu den wenigen Beobachtungspunkten aus der Zeit von 1908 bis 1910 kamen im Laufe der Jahre viele neue hinzu. Es werden heute von etwa 1 000 Brunnen regelmäßig zu Beginn eines jeden Monats die Grundwasserstände verzeichnet (man mißt die Differenz zwischen Grundwasserspiegel und einnivellierter Rohroberkante). Für das Untersuchungsgebiet und seine nähere Umgebung wurden die monatlichen Pegelmessungen der Wasserwirtschaftsjahre 1956 - 1965 gemittelt und auf Grund dieser Mittelwerte ein Grundwasserspiegelplan erstellt (vgl. Abb. 8, Beilage 1). Der Spiegelplan gibt die NN-Höhen des mittleren Grundwasserspiegels, das Gefälle und die Fließrichtung des Grundwasserstromes wieder.

Vergleicht man die Grundwasserkurven des Zehnjahresmittels 1956 - 1965 mit denjenigen der Jahre 1908 - 1909, so kann man die Veränderungen abschätzen, die der Moerser Raum während dieser Zeitspanne erfahren hat: Da, wo heute in der NO-Ecke des kartierten Gebietes (Abb. 8) die 19, 20 und 21 m Linien verlaufen, lag zu Beginn unseres Jahrhunderts die 25 m Linie. Das Grundwasser ist hier wenigstens um 4 Meter gesunken. Freilich braucht damit nicht notwendig der Grundwasserflurabstand um den gleichen Betrag zugenommen zu haben, sondern er kann sogar unabhängig vom schwindenden Grundwasser geringer geworden sein, wenn das Land durch Bergsenkungen stärker einsinkt. Doch ist für den Raum um Moers auf Grund der verschiedensten Indizien eine generelle Erhöhung des Grundwasserflurabstandes nicht zu leugnen. Auch das Gefälle und die Richtung des Grundwasserstromes haben sich wie Abb. 8 zeigt, geändert. Durch das Zusammenwirken von Bergsenkung, Grundwassersenkung und anderen Einwirkungen, z.B. die dauernde Eintie-

fung des Rheins, die bei Duisburg-Ruhrort nach Kniess (1961, S. 116) in der Zeit von 1900 - 1950 1,90 m, d.h. 3,8 cm pro Jahr, betrug, sind überaus komplizierte und - räumlich wie zeitlich - stark wechselnde hydrologische Verhältnisse entstanden. Einst feuchte Standorte sind trockener, einst trockene sind stellenweise feuchter geworden; Gründlandflächen der alluvialen Rinnen, einst reichlich mit Grundwasser versorgt, sind heute in weitem Ausmaße nur vom Niederschlag und der wasserhaltenden Kraft des Bodens abhängig etc.. Im Westen des kartierten Raumes traten erst in jüngerer Zeit bei der Durchführung von Meliorationen im Zuge der Flurbereinigung geringe Veränderungen in den Wasserverhältnissen auf.

III. Katalog der Ökosystemtypen

Die Ökotope des Profilstreifens wurden nach der im 1. Kapitel, Abschnitt II,1 dargelegten Methode gewonnen. Bei der Ermittlung der Flächen gleicher potentieller natürlicher Vegetation, die für die Abgrenzung der ökologisch einheitlichen Flächen, der Ökotope, notwendig war, und bei der Analyse des Wirkungsgefüges auf diesen Arealen wurden vielfältige eigene im Gelände beobachtete Indizien und zahlreiche fremde Beobachtungen ausgewertet. An fremden Unterlagen, die herangezogen wurden, sind insbesondere ca. 20 000 monatliche Grundwasserpegelablesungen (von 170 Beobachtungsbrunnen), zahlreiche Niederschlagsmessungen und Vegetationskarten²⁾ im Maßstab 1 : 5 000 mit dem dazugehörenden Legenden- (Meisel, 1963) und Erläuterungsheft (Meisel, 1963/64) zu nennen, die mir von der Linksniederrheinischen Entwässerungsgenossenschaft freundlicherweise zur Auswertung überlassen wurden.

Für die Waldungen im Littardgebiet und in Vluynbusch, die zum Staatsforst Xanten gehören, wurden die Angaben im "Forsteinrichtungswerk für das Staatliche Forstamt Xanten" Bd. I und die zugehörigen Karten (Bodenarten- und Bodentypenkarte 1 : 10 000 von Dr. H. Maas, Geologisches Landesamt NRW, Krefeld; Vegetationskarte von Lohmeyer und Mitarbeitern und die Betriebskarte im gleichen Maßstab) eingesehen. Dr. H. Mertens

vom Geologischen Landesamt NRW, Krefeld, stellte mir großzügigerweise vier Feldreinblätter 1 : 10 000 und die zugehörigen Bohrregister Bd. I und II zur Verfügung, die er bei der bodenkundlichen Spezialkartierung für das Blatt Moers (Nr. 4505) 1 : 25 000 in den Jahren 1958 und 1959 anfertigte. Die zahlreichen von ihm vorgenommenen Bodeneinschläge und Aufgrabungen und seine Aufzeichnungen ersparten viele eigene Bohrungen. Auch die Bodenkarten auf der Grundlage der Bodenschätzung 1 : 5 000 wurden gelegentlich herangezogen.

Die verschiedenen Indizien aus fremden und eigenen Beobachtungen wurden bei der Herleitung der potentiellen natürlichen Vegetation, der Festlegung ihrer Areale und der Beurteilung der Wechselwirkungsgefüge gegeneinander abgewogen. Es wurde versucht, Unstimmigkeiten und Zweifelsfälle im Gelände möglichst zu klären. Doch soll nicht verschwiegen werden, daß jede Abgrenzung und Erforschung solcher Wechselwirkungsgefüge, die stets von zahlreichen Faktoren beeinflußt werden, viele Schwierigkeiten aufwirft und daß beim heutigen Stand noch manche Frage ungeklärt bleiben muß. Problematisch bleibt insbesondere die Beurteilung der noch vor wenigen Jahrzehnten grundwasserbeeinflußten Standorte, bei denen der Grundwasserspiegel abgesenkt wurde. Sie zeigen noch deutlich die Merkmale der Gleyböden, werden aber nicht mehr von einer echten Gleydynamik beherrscht. Häufig treten bei ihnen Perkolationshemmung und Pseudovergleyung auf, deren Ausmaß sich nur schwer bestimmen läßt. Standorte mit solchem Wirkungsgefüge werden gegenwärtig noch zu den wasserbeeinflußten Ökosystemen gerechnet, dürften sich aber im Laufe der nächsten Jahrzehnte, wenn die heutige Entwicklungstendenz anhält, immer stärker den grundwasserunbeeinflußten Ökosystemen nähern.

Im bearbeiteten Profilstreifen konnten 26 verschiedene Ökosystemtypen ausgeschieden werden, von denen jeder durch mehrere Ökotopindividuen verwirklicht ist. Sie wurden auf Abb. 9 (Beil. 2) dargestellt. Für jeden Ökosystemtyp wurde eine Zusammenstellung vorgenommen, die die wichtigsten Merkmale und Daten enthält, die ihm eigen sind (vgl. Katalog

der Ökosystemtypen, Blatt 1 - 26, im Anhang).

Die mitgeteilten Angaben stellen Durchschnittswerte dar, die auf zahlreichen Einzelbeobachtungen und der Beachtung der Variationsbreite innerhalb des betreffenden Ökosystemtyps beruhen. Von Angaben, die nur am jeweiligen Untersuchungspunkt gelten, wurde bewußt abgesehen. Für die in den Blättern 1 - 26 beschriebenen Pflanzengesellschaften der realen Vegetation wurden neben eigenen Beobachtungen die pflanzensoziologischen Tabellen, die Meisel (1960) und Knörzer (1957) vorlegten, ausgewertet.

IV. Das Gefüge der Ökotope im Moerser Land

1. Die ökologische Verwandtschaft der Ökosysteme

Im Untersuchungsgebiet wurden 26 verschiedene Arten von Ökosystemen erkannt und beschrieben. Auf Grund der Ähnlichkeit der beobachteten ökologischen Bedingungen mancher dieser Ökosysteme lassen sich gewisse verwandtschaftliche Verhältnisse ermitteln, die eine Zusammenfassung zu *G r u p p e n* mit jeweils ähnlicher ökologischer Wertigkeit nahelegen (Abb. 10, Beil. 3).

Die Ökosystemtypen Nr. 1 - 6 z.B. zeichnen sich durch geringen *G r u n d w a s s e r f l u r a b s t a n d* und durch torfreiches Bodensubstrat aus. Das oberflächennahe Grundwasser und der torfige Untergrund sind hier die dominanten Faktoren, die die ökologische Verwandtschaft bedingen, da sie das Kräftespiel dieser Systeme entscheidend bestimmen. Der Ökosystemtyp Nr. 1 findet sich an den feuchtesten Stellen, die von Natur aus einen Erlenbruchwald tragen. Derartige Standorte mit Erlenbruchwald waren früher häufiger. Durch Entwässerung und Kultivierungsarbeit sind sie im ganzen Niederrheingebiet zurückgedrängt worden, so daß heute nur noch kümmerliche Reste oder Umwandlungsprodukte in verschiedenen Stadien vorliegen. Ein von dem ursprünglichen Zustand noch relativ gering abweichendes Wechselwirkungsgefüge wird im Ökosystemtyp Nr. 2 beschrieben. Er unterscheidet sich von Typ Nr. 1 durch Abschwächung der dominanten Faktoren. Der Grund-

wassereinfluß wird bei einem durchschnittlichen jährlichen Flurabstand von 40 - 60 cm geringer, und Überflutungen treten seltener ein. Doch wirkt der Standort dieses Wirkungssystems durch den schwammigen Untergrund aus Niedermoortorf, vermischt oder bedeckt mit geringmächtigen lockeren lehmigen Ablagerungen aus jüngster geologischer Zeit noch dauernd als sehr feucht bis naß. Die nahe ökologische Verwandtschaft dieser Standorte mit denen des Types Nr. 1 kommt auch in der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation zum Ausdruck, die einen Traubenkirschen-Erlen-(Eschen)-Wald darstellt, in den kleine Restbestände eines Erlenbruchwaldes eingestreut sind; wegen ihres kleinflächigen Wechsels wurden diese nicht auskartiert.

Da sich beide Arten der Ökosysteme nur durch geringe graduelle Abstufung innerhalb des dominanten Wasserfaktors unterscheiden, werden sie der gleichen Ökosystemgattung zugeordnet. Zu ihr kann auch die Ökosystemart Nr. 3 gerechnet werden, da ihre Ökotope trotz des noch tiefer abgesenkten Grundwasserspiegels allein durch die hohe Wasserspeicherfähigkeit des Bodensubstrates, das aus einer mächtigen Lage von Niedermoortorf besteht, gleichfalls von der Nässe und dem lockeren Bodensubstrat beherrscht werden. Zur Unterscheidung von den Ökosystemen Nr. 1 und 2 führte der geringe Reichtum an mineralischen Pflanzennährstoffen, Er wird durch die mächtige Torflage bedingt, die hier noch weniger als bei Nr. 2 vom fließenden, mit Nährstoffen angereicherten Grundwasser durchtränkt wird und keine mineralischen Zwischenlagen besitzt. In der Vegetation drückt sich diese Nährstoffarmut aus, doch berechtigt sie nach der jetzigen Kenntnis nicht, dieses Ökosystem einer anderen Gattung zuzuordnen, da wiederum nur eine geringe graduelle Abstufung bei den dominanten Faktoren vorliegt.

Etwas ferner steht den bisherigen Ökosystemen das Wirkungsgefüge Nr. 4. Bei ihm tritt an die Stelle des Niedermoortorfes ein überwiegend mineralisches Bodensubstrat, in das gelegentlich organische Bestandteile eingelagert sein können. Der Bodentyp stellt einen Naßgley dar, bei dem das Grundwasser meistens zwischen 60 - 90 cm unter Flur schwankt. Zeitweili-

ge Überstauungen der Oberfläche bedingen aber gemeinsam mit der dauernden hohen Bodenfeuchte eine große Ähnlichkeit mit den Ökosystemen Nr. 1 - 3. Da aber bei diesem Ökosystem bereits ein dominanter Faktor, nämlich das organische Bodensubstrat, durch einen anderen, das mineralische Bodensubstrat, ersetzt wurde und auch die Wasser- und Nährstoffaktoren Wandlungen erfahren haben, die, obschon sie hier noch von untergeordneter Bedeutung sind, auf ein anderes Wirkungsgefüge hindeuten, muß es zu einer anderen Gattung gestellt werden. Eine Verwandtschaft mit den erstgenannten läßt sich nur auf der Ebene der Ökosystemfamilie annehmen.

Der Typ Nr. 5 gehört wiederum einer anderen Gattung an, die ebenfalls lediglich auf der Stufe der Familie mit den Ökosystemtypen Nr. 1 - 4 verwandt ist: lockerer, mit Sandpartikeln vermischter Niedermoortorf bedingt durch seine hohe wasserhaltende Kraft die Verwandtschaft mit ihnen, der relativ große Flurabstand des Grundwassers, das Fehlen von Überflutung und der geringe Nährstoffgehalt die Eigenart dieser Gattung.

Zur gleichen Gattung der nährstoffarmen Wechselwirkungsgefüge mit relativ hohem Grundwasserflurabstand und moorigen Böden, zu der der Typ Nr. 5 gerechnet wird, läßt sich das Ökosystem Nr. 6 stellen. Es ist ein extremer Vertreter dieser Gattung, da sein Wirkungsgefüge von einer sandigen Schicht mitbestimmt wird, die das darunter liegende Torfmaterial überdeckt. Diese Sanddecke wurde meistens infolge einer Melioration durch künstliche Aufschüttung geschaffen, um jene Standorte trockener und trittfester zu machen. Solange diese Decke sich in den torfigen Untergrund eindrückt und der obere Abschnitt des Bodenprofils noch starke Merkmale der Feuchtigkeit zeigt, ist die Verwandtschaft mit den feuchten, nährstoffarmen Ökosystemen gesichert. Erst wenn die Überdeckung so mächtig wird, daß sie das Kräftespiel bestimmt, oder wenn eine einschneidende Grundwasserabsenkung erfolgt, wird eine Zuordnung zu einer anderen Gruppierung notwendig.

Im Untersuchungsgebiet lassen sich somit bis jetzt drei Gattungen von Ökosystemtypen unterscheiden: diejenigen der dauernden nassen (Nr. 1 -3), die der dauernd

f e u c h t e n , nährstoffreichen (Nr. 4) und die der d a u e r n d f e u c h t e n , vom Bodensubstrat n ä h r - s t o f f a r m e n (Nr. 5, 6) Wechselwirkungsgefüge. Die Merkmale des torfigen Untergrundes (Niedermoor) und der starken Grundwassereinwirkung bedingen ihre große Ähnlichkeit und damit die Zuordnung zur gleichen Ökosystemfamilie.

Die Wechselwirkungssysteme der übrigen Typen heben sich deutlich von den bisher genannten ab. Die Ökosysteme Nr. 7-9 bilden eine Reihe von Systemen mit z u n e h m e n d e m G r u n d w a s s e r f l u r a b s t a n d . Gleichzeitig vermindert sich der Nährstoffgehalt, und die S a n d k o m - p o n e n t e des Bodensubstrates tritt immer stärker in den Vordergrund. Die Ökotope des Ökosystems Nr. 9 stellen Sandaufwehungen am Rande von nassen Rinnen oder in Niederungsgebieten dar, deren Grundwasserspiegel im Mittel zwischen 1,30 - 2 m unter Flur liegt, aber kurzfristig auch höher ansteigen kann. Die Wurzeln der potentiellen natürlichen Vegetation und diejenigen der Feldfrüchte vermögen jedoch bei diesen Standorten den Kapillarsaum, der in diesen grobkörnigen Böden etwa 25 - 40 cm über den Grundwasserspiegel hinausreicht, noch zu erreichen, so daß ein geringer Grundwassereinfluß zu verzeichnen ist. Der geringe Grundwassereinfluß wirkt sich auf den Nährstoffgehalt dieser Standorte aus. Denn nur auf die dauernde Aufdüngung von unten her durch das nährstoffreiche Grundwasser, besonders durch das zeitweilige höhere Ansteigen des Grundwasserspiegels, ist es zurückzuführen, daß diese Ökotope einen artenarmen Eichen-Hainbuchen-Wald an Stelle des noch ärmeren Traubeneichen-Buchenwaldes tragen.

Die Abstufungen innerhalb der hier dominanten Merkmale des nährstoffarmen, sandigen Bodensubstrates, der Zufuhr von Nährstoffen durch das Grundwasser, des mäßigen Grundwassereinflusses bedingen ihre ökologische Verwandtschaft und gestatten, sie einer besonderen Gattung von Ökosystemen zuzuordnen.

Eine andere Reihe bilden die Ökosystemtypen Nr. 10 - 12. Sie unterscheiden sich von den Spezies der zuletzt beschriebenen Gattung durch ihr feinkörniges Bodensubstrat, ihre gute was-

serhaltende Kraft und hohe Basensättigung und durch anspruchsvolle Varianten des feuchten Eichen-Hainbuchen-Waldes als potentielle natürliche Vegetation. Untereinander setzen sich die Ökosysteme Nr. 10 - 12 nur durch Abschwächung innerhalb der genannten dominanten Faktoren voneinander ab, so daß eine Zuordnung zu einer eigenen Gattung erlaubt ist, die auf gleicher Abstraktionshöhe neben die zuerst beschriebenen gestellt werden kann.

Die beiden zuletzt erläuterten Gattungen, die des sandigen Bodensubstrates mit geringem Nährstoffangebot (Ökosysteme Nr. 7 - 9) und diejenige mit lehmigtönen Böden mit hohem Nährstoffpotential (Ökosysteme Nr. 10 - 12) gehören einer eigenen Familie an, die durch mäßigen Grundwasserflurabstand und mineralische Bodenart gekennzeichnet wird. Beide dargestellten Ökosystemfamilien werden durch das übergeordnete Merkmal der Grundwassereinwirkung zusammengehalten und können als Ordnung der grundwasserbeeinflussten Ökosysteme aufgefaßt werden.

Sie setzen sich von zwei anderen Ökosystemordnungen ab, bei denen das Wasser zwar ebenfalls als dominanter Faktor erhalten bleibt, aber seiner Herkunft nach nicht mehr aus dem Grundwasser stammt (vgl. Abb. 10). Zu diesen Ordnungen gehören Ökosysteme, die infolge sehr hoher wasserhaltender Kraft des Bodenmaterials oder infolge einer Pseudogleydyamik mit langer Feuchtphase als feucht bis frisch gekennzeichnet werden.

Zu der Ordnung der Speicherwasserbeeinflussten Ökosysteme, die die Wirkungsgefüge umfaßt, welche auf Grund ihrer sehr hohen wasserhaltenden Kraft als frisch bis feucht gelten, ist im Untersuchungsgebiet nur der Typ Nr. 13 zu rechnen. Er zeichnet sich durch einen hohen Anteil an organischem Material = Niedermoor im Bodensubstrat aus, das viel Wasser aufsaugen, speichern und der Vegetation nach Bedarf wieder abgeben kann. Dieses Wirkungsgefüge hat sich aus Ökosystemen entwickelt, die vor der Grundwasserabsenkung jenen ähnlich waren, die unter Nr. 1 - 3 beschrieben wurden. Es steht heute als Relikt isoliert

da, als einziger Vertreter einer Gattung, Familie und Ordnung.

Die Ökosysteme Nr. 14 - 17 sind Vertreter einer Familie aus der Ordnung der *s t a u w a s s e r b e e i n f l u ß t e n* Ökosysteme. Ihre Böden zeigen deutliche Merkmale vom Bodentyp der Gleye, rostfarbene Fleckung im Oxydationshorizont und hellgrau bis blaßgrünliche Färbung im Reduktionshorizont. Im zeitigen Frühjahr tragen die umgebrochenen Felder der Ökotope mit dem Wirkungsgefüge Nr. 15 und 16 hellgraue bis fahlbräunliche Tönung, die besonders gut bei denen der Nr. 15 zu beobachten ist. Diese Gleymerkmale stammen aus der Zeit, als der Grundwasserspiegel wesentlich höher lag und auf diesen Standorten die Ausbildung eines echten Gleyprofiles ermöglichte. Heute steht der Grundwasserspiegel bei den Arealen mit den Ökosystemen Nr. 14 - 17 tiefer als zwei Meter unter Flur, so daß gegenwärtig kein Anlaß besteht, eine echte Gleydynamik anzunehmen. Doch neigen diese Gleyböden mit abgesenktem Grundwasser, wie Wohlrab (1960, S. 193) mitteilte, leicht zu Verdichtungen und Staunässe. Der Prozeß wird besonders bei den schweren Böden der Ökosysteme Nr. 14 - 16 deutlich. Bei dem Ökosystem Nr. 17 mit seiner stärker sandigen Bodenart läßt sich nur eine schwache Stauwasserbeeinflussung erkennen. Die Ökosysteme Nr. 14 - 17 bilden eine Reihe mit abnehmender Stauwasserbeeinflussung. Dennoch lassen sie sich nicht auf der Abstraktionsebene der Gattung zusammenfassen, da sich die Systeme Nr. 14 - 16 außer der Abstufung in der Stauwirkung durch ihre schweren Böden deutlich als Standorte anspruchsvoller Vegetation von den ärmeren Standorten des Systems Nr. 17 unterscheiden. Man erhält auf diese Weise zwei Gattungen, von denen die eine die Systeme Nr. 14 - 16 mit schweren Böden, anspruchsvoller Vegetation und mäßiger bis stärker Stauwirkung bei langer Feuchtphase vereint, während sich die andere, durch das Ökosystem Nr. 17 vertreten, durch stärker sandige Böden und nur schwache Stauwirkung mit relativ kurzer Feuchtphase in den Wintermonaten auszeichnet.

Wiederum eine separate Gattung bilden die Systeme Nr. 18 und 19, die eine starke *P s e u d o v e r g l e y u n g* zei-

gen mit ausgeprägtem, dichten, lehmig kiesigen Stauhorizont, erbsen- bis bohngroßen Eisen- und Mangankonkretionen, einer periodischen längeren Naßphase im Winter und zusätzlicher episodischer Vernässung nach sommerlichen Regenfällen, die mit raschen Austrocknungen abwechseln.

Die drei zuletzt genannten Gattungen gehören einer einzigen Ökosystemfamilie an. Als übergeordnete Merkmale lassen sich für diese Familie Gleyböden mit abgesenktem Grundwasser und Hemmung der Wasserperkolatation infolge von Verdichtungen in den ehemaligen Gleyhorizonten anführen. Die Merkmale dieser Art der Pseudovergleyung sind in den einzelnen Gattungen unterschiedlich stark, aber allen gemeinsam. Die Faktoren, die diese Bodenentwicklung einleiteten, das geringe Alter dieses Prozesses und wahrscheinlich auch seine nur relativ kurz anhaltende Ausprägung - auf den meisten Standorten mit Wirkungsgefügen dieser Familie dürften in den nächsten Jahrzehnten zunehmend andere Bodenbildungsprozesse in den Vordergrund treten,- heben diese Familie von anderen, im Untersuchungsgebiet nicht vorhandenen, ab, deren Pseudogleydyamik nicht durch die Umwandlung ehemaliger Gleyprofile bedingt ist. Auf der Ebene der Ökosystemordnung wird die hier vertretene Familie zu den stauwasserbeeinflußten Ökosystemen gerechnet.

Die Ökosystemordnungen der grundwasserbeeinflußten und diejenigen der speicher- und stauwasserbeeinflußten Wechselwirkungssysteme werden auf noch höherer Ebene zu der Klasse der wasserbeeinflußten Ökosysteme vereinigt.

Bei den restlichen der im Untersuchungsgebiet ausgesonderten Ökosysteme verliert der Wasserfaktor seine Dominanz. An seine Stelle treten die Merkmale des **B o d e n s**. Extreme Bodenartenunterschiede wie Sand und toniger Lehm, die mit bestimmten Arten der Bodenbildung, der Nährstoff- und Wasserbilanz und mit besonderer Vegetation und Nutzung von seiten des Menschen gekoppelt sind, geben Anhaltspunkte für die Aufstellung von zwei weiteren Klassen. Zu der einen lassen sich die wasserunbeeinflußten Ökosysteme mit feinkörnigen Böden, zu der anderen hingegen die ebenfalls wasserunbeeinflußten Ökosys-

teme mit grobkörnigen Böden rechnen.

Aus der umfangreichen Klasse der Ökosysteme mit feinkörnigen Böden wurden im Untersuchungsgebiet wenige, aber relativ großflächige Individuen kartiert. Sie lassen sich zu zwei Gattungen und einer Familie anordnen. Zur ersten Gattung zählen die Ökosysteme Nr. 20 und 21, die durch ihre Böden aus L e h m bis s a n d i g e m L e h m vom Bodentyp der Parabraunerden, durch ihre gute wasserhaltende Kraft und Nährstoffbilanz Standorte einer anspruchsvollen Vegetation und anspruchsvoller Feldfrüchte darstellen. Die zweite Gattung - sie wird hier nur durch das Ökosystem Nr. 22 vertreten - vereinigt die Ökosysteme mit l e h m i g e n S a n d b ö d e n mit wesentlich geringeren Ansprüchen hinsichtlich der Merkmale, die bei der zuletzt genannten Gattung erwähnt wurden, Beiden Gattungen sind die lehmige Komponente der Böden und ein gewisses Mindestmaß an Wasserspeicherfähigkeit und an Nährstoffen eigen, die zur Ausbildung von Varianten des frischen Buchen-Mischwaldes oder des trockenen Eichen-Hainbuchen-Waldes ausreichen.

Die Ökosysteme Nr. 23 und 24 sind Vertreter der Klasse, deren Kräftespiel vom grobkörnigen Boden bestimmt wird. Das Ausgangsmaterial für beide Ökosysteme bildet eine verschieden mächtige F l u g s a n d d e c k e , die arm an Nährstoffen, schnell erwärmbare, stark wasserdurchlässig und leicht podsolierungsfähig ist. Die im Moerser Raum kartierten Spezies gehören zur gleichen Gattung, da sie untereinander nur als Abstufungen aufzufassen sind. Ihre Verwandtschaft drückt auch die heutige potentielle natürliche Vegetation aus, die Varianten des Traubeneichen-Buchen-Waldes darstellen.

Die Aufstellung einer letzten eigenen Gattung erfordern die Ökosysteme Nr. 25 und 26. Sie unterscheiden sich von der vorgenannten Gattung durch ihr Ausgangsmaterial, ihre Reliefgestaltung und ihre Erosionsgefährdung, die zu einem etwas anders proportionierten Wirkungsgefüge führen, obgleich das Ergebnis dieses Kräftespiels, das sich in der Vegetation zu erkennen gibt, mit demjenigen der vorigen Gattung übereinstimmt. Beide Gattungen sind Vertreter je einer eigenen Ökosystemfa-

milie, von denen die eine die wasserunbeeinflussten Ökosysteme mit nährstoffschwachen Sandböden in ebenem Gelände, die andere diejenigen in mäßig bewegtem Gelände mit Erosionsgefährdung und oberflächlichem Materialtransport in sich vereinigt. Erst auf noch höherer Abstraktionsstufe treffen sich beide Familien in einer Ökosystemordnung, die die Wirkungsgefüge mit schwacher Nährstoff- und Wasserversorgung zusammenfaßt. Im Untersuchungsgebiet sind diese Ordnung, die beiden Familien und Gattungen die einzigen Beispiele für die Ökosystemklasse der grobkörnigen trockenen, nährstoffarmen Böden mit anspruchsloser Vegetation. Doch ist diese Klasse im Norddeutschen Tiefland weit verbreitet, da zu ihr die Ökosysteme der Geestflächen gehören, die sich durch verschiedene Varianten des Stieleichen-Birkenwaldes zu erkennen geben.

2. Die Vergesellschaftung der Ökotope

(Abb. 11, Beil. 4; Tab. 2)

Neben der bisher erörterten Systematik der Ökosysteme, bei der die gegenseitige ökologische Verwandtschaft der Wirkungsgefüge im Mittelpunkt stand, verdient auch die Vergesellschaftung der Ökotope Beachtung. Denn erst durch sie erhält man, wie es in dem einleitenden theoretischen Abschnitt kurz erläutert wurde, Auskunft über das **r ä u m l i c h e** **N e b e n e i n a n d e r** der Ökotope, ihre Häufigkeit und Flächendeckung, sowie die Stetigkeit ihres Auftretens in bestimmten regionalen Gruppierungen; man erfährt auch, inwieweit verwandte Ökosysteme nebeneinander vorkommen, so daß auf diese Weise Unterlagen für eine ökologische Landschaftsgliederung erstellt werden können, bei der Räume ausgesondert werden, die auf den betreffenden Abstraktionsebenen ähnliche ökologische Wertigkeit besitzen.

Am Westrand des Profilstreifens durch das Moerser Land scharen sich in auffallender **paralleler** Ausrichtung mehrere Ökotope mit nordnordwestlicher-südsüdöstlicher Längserstreckung. Die vorhandenen Ökotopindividuen zeigen Ökosysteme, die hinsichtlich ihrer ökologischen Verwandtschaft zwei verschiedenen Klas-

sen zugerechnet werden, nämlich der der Sand- und der der Lehmökosysteme ohne dominanten Wasserfaktor. Die Vielgesichtigkeit, welche die Beurteilung der ökologischen Verwandtschaft zeigt, stellt ein Charakteristikum dieses kleinen Raumabschnittes dar, zu dessen Formung grundverschiedene Kräftegruppen beitrugen: Vom Eis der Saale-Kaltzeit wurde das Ausgangsmaterial zusammengeschoben und damit gleichzeitig die Richtung - senkrecht zum Vorstoß des Eislobus -, die Breite und die Grundgestalt der heutigen Skulpturform geschaffen. Der Wind überkleidete jene rohe Gestalt mit einer Sand-Lößdecke, die an den Hängen mächtiger war als auf dem Scheitel. Schließlich kamen noch die Abtragung und die Akkumulation hinzu, durch verschiedene Faktoren, auf die später eingegangen wird, gefördert, so daß das vielgestaltige Produkt zustande kam, das sich heute beobachten läßt: erodierte nährstoffarme Kuppen, Ökosystem Nr. 26 (sie nehmen 5 % von der Fläche dieser Gesellschaft ein), und Steilhänge, Ökosystem Nr. 25 (24 %), noch mit Sandlöß überkleidete Flachhänge, Ökosystem Nr. 22 (51,9 %), sowie eine Verebnung, Ökosystemtyp Nr. 21 (19,1 %), die durch Auffüllung einer ehemaligen schwachen Vertiefung mit kolluvialem Feinmaterial (Schwemmlöß) gebildet wurde, und tiefe Hohlwege, die sich in die geneigten Hänge eingeschnitten haben. Die Grundwasserferne, das leichte Bodenmaterial und die hohe Erosionsgefahr, die den genannten Ökotope gemeinsam sind, unterstützt durch die enge räumliche Verflechtung und ihre klare Abgrenzung von der Nachbarschaft, die sich sowohl hinsichtlich der ökologischen Ausstattung als auch der Genese und der Reliefform ergibt, berechtigen, diese Gruppierung als eine bestimmte Ökotopegesellschaft oder einen Ökotopekomplex aufzufassen. Er erhielt auf der Abb. 11 und der Tab. 2 die Nr. 1 und wurde Ökotopegesellschaft des Stauchmoränenwalles benannt.

Am Fuße des Schaephuysener Höhenzuges dehnen sich in einer schmalen Niederungszone Ökotope mit Wirkungsgefügen aus, die im Katalog der Ökosysteme unter den Nrn. 1 - 6 beschrieben wurden. Sie sind durch das Überangebot an Wasser untereinander verwandt und gehören der gleichen Ökosystemfamilie an. In gu-

ter Übereinstimmung mit ihrer ökologischen Verwandtschaft bilden sie auch in ihrem räumlichen Nebeneinander einen topographischen Komplex von auffallend linearer Erstreckung, die Ökotopegesellschaft d e r N a ß r i n n e n = Nr. 2. Sie begleitet neben ihrem Vorkommen in der Niederungszone am Fuße des Stauchmoränenwalles den Littard Kendel und liegt eingebettet in den Ökotoptkomplex der mäßig grundwasserbeeinflußten Ökotope. Der Flächendeckung nach dominieren in ihr Ökotope des Ökosystemtyps Nr. 2, die fast die Hälfte ihrer gesamten Fläche (47,3 %) einnehmen. Sie werden durchsetzt von Ökosystemen des Typs Nr. 1 (11,9 %), die 20mal vorkommen, und von zahlreichen (30) kleinen Wasserflächen, den sog. Kuhlen, die insgesamt ein Fünftel von der Gesamtfläche (89,9 ha) dieser Ökotopegesellschaft ausmachen. Randlich zu dieser Niederungszone liegen Flächen des Systems Nr. 5 bzw. 6. Diejenigen von Nr. 6 und 9 findet man auch an Stellen, wo die torfige Niederung durch Wegetrassen oder sonstige künstliche Aufschüttungen durchdämmt wurde. Weitere Ökotoptkomplexe aus miteinander verwandten Ökotopten schließen sich nach Osten hin an. Denn jenseits der nassen, schmalen Niederung vor dem Stauchmoränenwall folgt ein Gebiet, in dem mäßig grundwasserbeeinflußte Ökotope miteinander vergesellschaftet sind, und noch weiter östlich trifft man gehäuft Ökotope nebeneinander an, die eine Stauwasserbeeinflussung zeigen.

Bei dem zuerst erwähnten Komplex der g r u n d w a s s e r - b e e i n f l u ß t e n Ö k o t o p e der R i n n e n u n d P l a t t e n (Ökotopegesellschaft Nr. 3, Abb. 11 und Tab. 2) dominieren Flächen mit dem Wirkungsgefüge Nr. 12, da sie fast 45 % seiner Fläche einnehmen. Sie werden aufgelockert oder begleitet von Ökotopten mit den Ökosystemen Nr. 10 (27,2 %) und 11 (2,1 %), die an tieferen Stellen mit schwereren Böden vorkommen, oder von solchen des Systems Nr. 7 - 9 (22,8 %) auf stärker sandigen Partien. Der Komplex der mäßig grundwasserbeeinflußten Ökotope reicht von der Niederungszone bei Rheurdt bis in den Bereich der Littardschleife, der noch zur Hälfte von ihm eingenommen wird, und schickt schmale fingerförmige Ausläufer in die tiefer liegende östliche Littardniederung und in die Niederung der Köhrrahmsrinne.

Die östliche Hälfte des Raumes, welche von den beiden Armen des Littard Kendels umschlossen wird, sowie ein Keil, der nordwestlich der Schleife liegt, und das Gebiet zwischen dem nordwärts ziehenden Arm des Littardkendels und dem Schwanenbrückskendel im Osten gehören zur Ökotopgesellschaft Nr. 4, die Ökotopeder s t a u w a s s e r b e e i n f l u ß t e n P l a t t e n umschließt. Sie wird hauptsächlich von den drei großflächig auftretenden Ökosystemtypen Nr. 15, 16 und 17 gebildet, die anteilmäßig hervortreten, und wird von einigen schmalen Rinnen mit dem Ökosystem Nr. 14, das zur gleichen Verwandtschaft gehört, gegliedert. Die für diesen Komplex erwarteten stark staunassen Ökotope (Ökosystemtyp Nr. 18 und 19) sind als Kennarten zwar viermal vorhanden, nehmen aber nur geringe Flächen ein (7,2 %). Einige andere Ökotope, die nicht für das Gefüge dieses Komplexes charakteristisch sind, treten als Begleiter auf: Ökosystem Nr. 22 = 5,5 %, Nr. 23 = 2,6 %, Nr. 24 = 1,7 % u.a..

In der Nordostecke dieses Komplexes, am Westrand des Rayerberges (vgl. Abb. 9) erscheinen noch einmal inselhaft Ökotope, die ihre Hauptverbreitung in den grundwasserbeeinflußten Ökotopgesellschaften Nr. 2 und 3 haben. Sie stellen hier ein fremdes Element dar, das nur durch die Entstehungsweise verständlich ist. Sie wurden nämlich durch Bergsenkung hervorgerufen, die bewirkte, daß dieser Abschnitt wieder in den Einflußbereich des Grundwassers eintauchte, weil das Gebiet bei gleichbleibendem Grundwasserspiegel sank. Ihrer Kleinflächigkeit wegen wurden sie auf der hier verfolgten Abstraktionsebene nicht als eigene Ökotopgesellschaften ausgeschieden.

Zwischen dem Schwanenbrückskendel und dem Balderbruchgraben breiten sich Ökotope der Ökosysteme aus, die zur Klasse der wasserunbeeinflußten Wirkungsgefüge mit Lehmböden gehören. Sie bilden ebenfalls einen Komplex, der sich inhaltlich und arealmäßig klar von den anderen absichern läßt. Er wird auf Abb. 11 als Ökotopgesellschaft der L e h m p l a t t e n = Nr. 5 ausgesondert. Die Ökotope mit den Ökosystemen Nr. 20 und 21 sind seine Charakterarten. Beide kommen etwa zu gleichen

Anteilen großflächig auf den weiten, heute ackerbaulich genutzten Ebenheiten nebeneinander vor und dulden nur wenige andere Ökotoparten neben sich, da sie zusammen bereits zwei Drittel der Gesamtfläche dieser Gesellschaft einnehmen. Eine gewisse Abwechslung schaffen allein die in den Kendlenerungen verbreiteten schwach wasserbeeinflussten Ökosysteme Nr. 4, 7, 8, 13 - 17 (20,5 %) und einige vom sandigen Bodenmaterial geprägte Ökotope der Ökosystemtypen Nr. 23 und 24 (3,2 %), die meistens als kleine Dünen am Ostufer der ehemaligen Flußschlingen liegen. Einige dieser "Sandinseln", z.B. westlich des Vietengraben, die durch ihre geradlinige Abgrenzung auffallen, sind künstlich entstanden, weil man den Lehm dort zur Ziegelherstellung abgetragen hat. Die grundwasserbeeinflussten Ökosysteme Nr. 4, 7, 8 und 12, die in Vertiefungen vorkommen und durch Bergsenkung verursacht wurden, können als lokale Differentialarten aufgefaßt werden, da sie für das Untersuchungsgebiet typisch sind. Als schwache Charakterart für diesen Ökotopkomplex darf neben den obligatorischen Ökosystemen Nr. 20 und 21, die zur Kennzeichnung dieser Lehmplatten-Ökotopgesellschaft vorhanden sein müssen, auch noch der Typ Nr. 22 gelten, der fast 10 % an der Gesamtfläche erreicht.

Die größeren Flugsanddecken oder Dünenberge, die auf die Niederterrassenplatten aufgeweht wurden und das Untersuchungsgebiet in der Umgebung des Wiesfurtgrabens in nord-südlicher Richtung durchziehen, wurden als eigene Ökotopgesellschaft der **D ü n e n g r u p p e n** = Nr. 6 ausgeschieden, da sie auch außerhalb des Untersuchungsgebietes größere Flächenanteile einnehmen. Sie können als Vorposten des weiter östlich auftretenden großen Sandgebietes angesehen werden. Bei ihnen wechseln die Ökosysteme Nr. 23 (29,4 %) und 24 (56,7 %) miteinander ab; hinzu treten die vom Menschen geschaffenen Sandentnahmegruben und Müllkippen und in ehemaligen Rinnen vereinzelt die Ökosysteme Nr. 17 (6,2 %) und 22 (5,9 %).

Knapp westlich des Balderbruchgrabens beginnt ein anderer Komplex, der nach Osten hin über den Profilstreifen hinausragt,

aber in der Moersbachniederung, zwischen dem Hülsdonker-Graben und dem Moersbach, unterbrochen wird. Auf Grund der räumlichen Trennung durch die breite Moersbachniederung, die als eigener Ökotoptopkomplex (Nr. 9) ausgeschieden werden mußte, und infolge der, wenn auch schwachen naturräumlichen Differenzierung erscheint es gerechtfertigt, ihn in zwei Teilkomplexe aufzugliedern. Sie wurden als Ökotoptopgesellschaft der sandigen Platten = Nr. 8 und als Ökotoptopgesellschaft der Sanddecken = Nr. 10 beschrieben. Die Ökotoptopgesellschaft Nr. 8 zeichnet sich durch das großflächige Vorkommen von Ökosystem Nr. 23 (52,2 %) aus, während in Gesellschaft Nr. 10 das Ökosystem Nr. 24 dominiert (95,1 %); Nr. 23 wird hier zum Begleiter. Ferner treten bei der Gesellschaft Nr. 8 die Kiesbaggereien und Ödlandstellen mit einem Flächenanteil von 19,2 % stark in den Vordergrund, während sie bei Gesellschaft Nr. 10 fehlen.

Die Moersbachniederung (Ökotoptopgesellschaft Nr. 9) zwischen Hülsdonker-Graben im Westen und Moersbach im Osten läßt sich nicht leicht als separater Komplex absichern, da ihre Ökosysteme sehr vielgestaltig sind: Charakteristisch bleibt das Nebeneinander von feuchtigkeitsbestimmten Ökotoptopen mit schweren stauenden Böden vom Bodentyp der Gleye mit abgesenktem Grundwasser und solchen mit stärker sandigen Böden, deren Bodenmaterial ebenfalls vom Wasser herantransportiert, aber vom Wind umgelagert und in einzelne Dünen zusammengeweht wurde. Letztere schaffen einen Übergang zu den Sandökotoptopen zu beiden Seiten der Niederung. Charakteristisch ist weiterhin die hohe Anzahl von Gräben und Kendein, die heute mit Ausnahme des begradigten und stark eingetieften Moersbaches trocken sind. Diese Gesellschaft von Ökotoptopen stellt einen topographischen Komplex dar, der nördlich und südlich des bearbeiteten Profilstreifens bald schmaler, bald breiter wird.

Eine letzte Gruppe von Ökotoptopen, bilden die isolierten Stauchmoränenkuppen (Nr. 7) außerhalb des Schaephuysener Höhenzuges, die aus dem ebenen Gelände insel-

haft aufragen. Im Profil wurden als Beispiele dieser Gruppierung der Gülixberg und der Rayerberg angeschnitten. Der Aufbau dieser kleinen Komplexe ist sehr einfach; Die Kuppen werden von dem Ökosystem Nr. 26 (35,3 %), die steileren Ränder von demjenigen der Nr. 25 (64,7 %) gebildet, die beide auch beim Stauchmoränenwall von Schaephuysen-Rheurdt wiederkehren und als Charakterarten gelten dürfen.

Man könnte nun die Ökotopgesellschaften eines jeden der genannten Ökotopkomplexe in Anlehnung an das von der Pflanzensoziologie erdachte System in eine hierarchische Ordnung zueinander bringen. Die kleinste selbständige Ökotopgesellschaft könnte man Ökotopassoziation nennen und sie durch Kenn- und Trennarten, wie es im vorausgegangenen Text bereits angeklungen ist, sichern. Auf noch höherer Ebene ließen sich diese Assoziationen zu Verbänden oder noch allgemeineren Gruppierungen zusammenschließen, bis man endlich, wie es von Paffen (1953), Haase (1964 b) und Neef (1963, 1964) empfohlen wird, zu solchen Gruppierungen gelangt, deren Areale natürliche Klein-, Einzel- oder Großlandschaften darstellen.

Mit Rücksicht auf das hier verfolgte Ziel und das bereits dargebotene System der ökologischen Verwandtschaft der Wirkungsgefüge soll in diesem Zusammenhang auf derartige Ausführungen verzichtet werden und nur gleichsam zur Abrundung das Ergebnis einer derartigen Zuordnung mitgeteilt werden. Die im Profilstreifen von W nach O gefundenen Ökotopkomplexe, der Schaephuysener Höhenzug, die Naßzone an seinem Fuße, der grundwasserbeeinflusste Bereich, der nach Osten hin bis zum Littardkendel folgt, der stauwasserbeeinflusste Bereich bis zum Schwanenbrücks-Kendel, der Bereich der isolierten Moränenberge und der Dünengruppen, derjenige der lehmigen Niederterrassenplatten, der sich bis in die Nähe des Balderbruchgrabens ausdehnt, die Flugsanddecken zu beiden Seiten der Moersbachniederung und schließlich die Moersbachniederung selbst setzen sich außerhalb des Profiles in gleicher Ausrichtung fort, so daß sich an Hand der möglichen Zuordnungen innerhalb des Profilstreifens auf höherer Abstraktionsebene eine Gliederung des Moerser Raumes in folgende Na -

t u r r ä u m e , von denen jeder weitgehend ähnliche ökologische Bedingungen aufweist, skizzieren läßt (vgl. Abb. 11): Eindeutig hebt sich, durch seine Reliefgestaltung bereits kenntlich, der "Schaephuysener Höhenzug" als solcher ab. Von seinem östlichen Rande bis zum Schwanenbrücks-Kendel und südlichen Plankendicks-Kendel erstreckt sich ein Naturraum, der die drei wasserbeeinflußten Ökotopkomplexe, den der Naßökotope und den der grund- und stauwasserbeeinflußten Ökotope umschließt. Er sei "Littard-Bruchgebiet" genannt. Im östlichen Abschnitt des Profilstreifens bilden die "Moerser Sanddecken" einen eigenen Naturraum, der sich durch Trockenheit und sandiges Bodenmaterial auszeichnet und von Sandfort westlich des Balderbruchgrabens bis an die rezente Rheinaue reicht, die bereits wenig östlich des hier behandelten Profiles liegt. Die heute ebenfalls trockene Moersbachniederung und die Umgebung des Westerbruchgrabens, die die Sanddecken durchbrechen und gliedern, werden mit zu diesem Naturraum gerechnet, da sie sich nur auf niedrigerer Abstraktionsebene als Ökotopkomplexe erweisen. Zwischen den Moerser Sanddecken und dem wasserbeeinflußten Littardbruchgebiet westlich des Schwanenbrücks-Kendels liegt der Naturraum der "Neukirchener Lehmplatten", der die kleinen Ökotopgesellschaften der Dünengruppen und der isolierten Stauchmoränenberge mit in sein Gefüge einbezieht.

V. Ergebnis und Vergleich mit bisherigen Untersuchungen

Der Raum, den das vorliegende Profil quert, wurde vor allem durch die Arbeiten von Rosenberg (1932) und Paffen (1948, 1953, 1958, 1959, 1963) bekannt. Rosenberg war es, der in seiner Beschreibung des "Moerser Landes" für das "Kernstück" (S. 3) dieses Gebietes, das im bearbeiteten Profilstreifen ebenfalls den mittleren Teil einnimmt, die Bezeichnung "Moerser Donkenland" prägte und dieses Gebiet von der "Stauchmoränenzone" im Westen und der "Rheinuferzone" im Osten absetzte. Paffen nahm die Bezeichnung "Moerser Donkenland" in seinen Arbeiten wieder auf. Er bemühte sich, den Gefügestil dieses Raumes zu erkennen und versuchte, zu einer genauen Abgrenzung dieses und der benachbarten Naturräume und zu ihrer Einord-

in das niederrheinische Landschaftsgefüge zu gelangen. Um den Baustil des Moerser Donkenlandes und die Art der von ihm vorgenommenen Landschaftsgliederung auf ökologischer Grundlage zu erläutern, kartierte Paffen für dieses Gebiet (vgl. 1948, Abb. 2, S. 173 und 1953, Karte 1) die "Landschaftszellen", die seiner Terminologie nach etwa den Ökotope entsprechen.

Die im theoretischen Teil dargelegte veränderte Auffassung über das Wesen der ökologischen Landschaftsforschung und der ökologischen Landschaftsgliederung veranlaßte mich, gerade in diesem Gebiet, das schon einmal als Beispiel zur Erläuterung von landschafts-theoretischen Fragen diente, eine Neukartierung zu versuchen. Eine knappe Gegenüberstellung der Ergebnisse, die nach den beiden sich unterscheidenden Methoden gewonnen wurden, ist deshalb erforderlich. Der hier gebotene Profilstreifen durch das Moerser Land unterscheidet 26 verschiedene Ökosystemtypen. Die Kartierung von Paffen stellt "... im wesentlichen 7 verschiedene ... Ökotope" heraus: "Flußsee, Bruchniederung, Auenniederung, Trockenrinne, Donkenplatte, Düngengruppe, Stauchmoränengruppe" (1953, S. 96 f). Die von Paffen ausgeschiedenen Landschaftszellen sind in ihrer flächenhaften Ausdehnung fast durchweg wesentlich größer und in ihren ökologischen Eigenschaften uneinheitlich.

Sie zeigen durch ihre Auswahl sowie durch ihre Erstreckung und Begrenzung eine deutliche Annäherung an die Differenzierungen, die auf dem Meßtischblatt mitgeteilt werden, ergänzt durch Angaben der Geologischen Karte 1 : 25 000, Blatt Moers. Sie erweisen sich dadurch als morphographische Einheiten, für die ökologische Eigenschaften angegeben werden.

Die von Paffen angenommene Übereinstimmung von Reliefform und ökologischer Differenzierung ist im Moerser Land zwar an einigen Stellen verwirklicht. Doch bestehen gerade in diesem Gebiet zahlreiche Beispiele, daß zwischen ihnen große Diskrepanzen auftreten können ³⁾. Die von Paffen als einheitlich kartierten Donkenplatten z.B., die bei ihm eine Landschaftszelle, d.h. einen jener "kleinsten topographisch-ökologisch einheitlichen Räume" (1953, S. 102; vgl. auch S. 99; 101;

171 u.a.), darstellen, sind, wie die Untersuchungen ergaben, tatsächlich topographisch-ökologisch stark differenziert, obwohl sie auf dem Meßtischblatt insgesamt als Ebenheit und auf der geologischen Karte als Niederterrasse ausgeschieden werden. Man muß bei ihnen, wenn man auch von allen kleineren Differenzierungen absieht, hinsichtlich ihrer unterschiedlichen ökologischen Wertigkeit wenigstens die grund- und die stauwasserbeeinflußten Platten sowie die wasserunbeeinflußten Lehm- und die wasserunbeeinflußten Sandplatten auseinanderhalten, die je einen gesonderten topographisch-ökologisch annähernd einheitlichen Raum darstellen.

In ähnlicher Weise sind auch die alluvialen Rinnen, die Paffen weitgehend als topographisch-ökologisch einheitlich ansah (vgl. z.B. Paffen, 1953, Karte 1, Landschaftszelle 3), sowohl topographisch als auch ökologisch stark differenziert. Die westlichen Abschnitte dieser Landschaftszelle stellen bis zur Köhrrahms-Ley Naß- oder Feuchtrinnen dar, die übrigen innerhalb des Profilstreifens bilden, vielleicht mit Ausnahme der nächsten Umgebung des Moersbaches, durch den Grundwasserrückgang verursacht, Trockenrinnen, die z.T. bereits Ackerland tragen und für die die Faktoren des Bodens entscheidend geworden sind. Die jungen Bergsenkungsgebiete am Westfuß des Rayerberges, am Kleinen Hugengraben und am Wiesfurtgraben bleiben außerhalb der Betrachtung.

Auch die Plankendicks- und die Wiesfurtrinne sind Trockenrinnen, da sie nur in tief ausgehobenen Gräben künstlich eingeleitetes Wasser führen.

Der von Paffen für das Moerser Donkenland als charakteristisch herausgearbeitete Wechsel von feuchten Rinnen und trockenen Platten ist heute auf Grund der eingetretenen Wandlungen nicht mehr gegeben. Im Westen findet man feuchte Rinnen neben gleichfalls wasserbeeinflußten Platten, im mittleren Teil und im Osten des Profiles trockene Platten und trockene Rinnen, von denen sich letztere nur durch ihre etwas schwerere Bodenart und etwas behinderte Wasserperkolations von den Platten abheben. Auch wenn man für die Kennzeichnung des Gefügestiles des Moerser Gebietes nur noch den Wechsel von Rinnen und Platten

wählte und auf die ökologischen Angaben feucht und trocken verzichtete, so reichten diese Kriterien nicht für die Abgrenzung des Moerser Donkenlandes aus. Denn sie ermöglichen, am Niederrhein lediglich das vom Rheinstrom überformte Gebiet von den Bildungen des Eises und des Windes abzusetzen. Im Moerser Raum kann man also mit ihrer Hilfe das Niederterrassengebiet von den Stauchmoränenwällen im Westen und von den Flugsanddecken im Osten abtrennen, doch keine Abgrenzung nach N oder S finden, da dort der gleiche Gefügestil herrscht. Die von Paffen (1953, S. 122) angegebenen "Differential-Ökotop-Typen": "Isolierte Stauchmoränenkuppen" und "Flußseen" (ibid.) können zu einer Abgrenzung des Donkenlandes ebenfalls nicht beitragen, da auch sie außerhalb dieses Naturraumes in ähnlicher Kombination vorkommen.

Auf Grund des bearbeiteten Profiles schlage ich vor, bei einer Landschaftsgliederung nach ökologischen Gesichtspunkten das Moerser Land in f ü n f in sich ökologisch jeweils verwandte N a t u r r ä u m e aufzuteilen: in den Schaephuysener Höhenzug, das Littard-Bruchgebiet, die Neukirchener Lehmplatten, die Moerser Sanddecken und die Rheinaue, die bereits außerhalb des hier behandelten Gebietes liegt. Die Abgrenzungen des Schaephuysener Höhenzuges und der Rheinaue bleiben in der von Paffen gewählten Art bestehen. Die Moerser Sanddecken, deren größter Teil von Paffen als "Moerser Heide" ausgesondert wurde, erhalten auf Grund der Ergebnisse der Profilkartierung ihre Abgrenzung weiter westlich, in der Nähe des Balderbruchgrabens, wo die Ökotopgesellschaft Nr. 8 an die Gesellschaft Nr. 5 stößt. Die Moersbachniederung wird als verbreiterte Kendelniederung, also als Detailkomplex, aufgefaßt, die dieses Sandgebiet durchbricht. Die Altstadt von Moers liegt genau am Übergang von der feuchten Bachniederung zu dem östlichen deutlicher ausgeprägten Abschnitt der trockenen Flugsanddecken (vgl. die von Paffen 1948, 1953 und 1963 vorgelegten Karten, die eine andere Abgrenzung vornehmen). Das Littard-Bruchgebiet - ein Teil wurde von Paffen (1963, S. 51 u. Karte) bereits als eigener Naturraum ausgesondert - und die Neukirchener Lehmplatten werden als gesonderte Naturräume neu

eingeführt. Ihre Begrenzung nach N und S könnte man durch stichprobenartige Untersuchungen oder durch Kartierung von schmalen Nebenprofilstreifen, die parallel zu dem gegebenen Hauptprofil verlaufen, ermitteln.

Die genannten ökologisch differenten Naturräume setzen durch ihre nordnordwestliche-südsüdöstliche Längserstreckung die allgemeine Streichrichtung der Naturräume fort, die Paffen in seiner "Übersichtskarte der naturräumlichen Landschaftsgliederung der Mittel- und Niederrheinlande" (1958, Karte 1) hervorhebt, in dem von ihm ausgesonderten "Moerser Donkenlande" aber auffälligerweise durchbricht.

Die Bezeichnung "Moerser Donkenland" möchte ich nicht aufnehmen, da Rosenberg und Paffen den Begriff der Donk zu stark verallgemeinerten. Für die Benennung des Gesamtgebietes wähle ich die von Rosenberg (1932) stammende Bezeichnung "Moerser Land", die stärker auf kulturgeographisch-historischen Anhaltspunkten beruht.

- 1) Vgl. hierzu Thome, 1959, 1963; Braun u. Quitzow, 1961.
- 2) Die genannten Vegetationskarten wurden von K. Meisel und anderen Mitarbeitern der ehemaligen Bundesanstalt für Vegetationskartierung, Stolzenau, der jetzigen Bundesanstalt für Vegetationskunde, Naturschutz und Landschaftspflege, Bad Godesberg, zwecks Aufstellung eines Landkulturkatasters in den Jahren 1950 - 1953 auf der Basis der Deutschen Grundkarte 1 : 5 000 aufgenommen. Sie stellen die heutige reale Vegetation dar, d.h. die zur Zeit der Aufnahme auf den Acker- und Grünlandflächen sowie in den kleinen Forsten vorgefundenen Pflanzengesellschaften.
- 3) Zu ähnlichen Ergebnissen gelangen Czajka u. Schüler für den Göttinger Raum, vgl. Bericht von Köllner, 1965, S. 64.

3. K a p i t e l

D i e S t e l l u n g d e r Ö k o t o p e i n d e r A g r a r l a n d s c h a f t

Jede Kulturlandschaft wird von zahlreichen Faktoren bestimmt, die ihren Ursprung in der Kultur und in der Natur haben. Die Kulturlandschaft, die überwiegend von Kräften und Gegebenheiten der Landwirtschaft gestaltet wird, soll hier als Agrarlandschaft verstanden werden. Auch in ihr vollzieht sich wie in jeder anderen Kulturlandschaft ein Kräftespiel, das sich durch einen sichtbaren Ausdruck kundtut, den man in seiner Gesamtheit oder in Detailbereichen erfassen kann. Kennt man die Ausdrucksformen, so lassen sich durch anschließende Analyse die sie bewirkenden Ursachen und Faktorenkonstellationen erforschen. Eine darauffolgende Synthese der gefundenen Faktoren und deren Größen kann die Richtigkeit der Analyse und das Verständnis des Wirkungsgefüges unterstützen.

In dem hier erforderlichen Zusammenhang werden die kulturbedingten Hauptausdrucksformen der heutigen Agrarlandschaft, also Details von hoher Komplexität, die im Gelände wahrgenommen werden können, die ländliche Siedlung, die Flur- und Parzellenform, das Wegenetz, die Art und Intensität des Anbaues und der Landnutzung, mit den ökologischen Differenzierungen, d.h. mit den Ökotypen bzw. mit den Ökosystemtypen, konfrontiert, um auf diese Weise Aussagen über Zuordnungen zwischen den natur- und den kulturbedingten räumlichen Differenzierungen zu erkennen. Erst danach kann durch die Zusammenschau der natur- und der kulturbedingten Faktoren und Gegebenheiten die Agrarlandschaft und die Stellung der Ökotope in ihr sichtbar werden.

I. Ökotope und Hauptausdrucksformen der Agrarlandschaft

1. Ökotope und ländliche Siedlung

Bei einer Fahrt durch das Untersuchungsgebiet fällt die Dominanz der Einzelhöfe auf. Ein Blick auf eine topographische Karte bestätigt den gleichen Sachverhalt auch für die nähere Umgebung des Profilstreifens, so daß es berechtigt ist, das

Untersuchungsgebiet noch zum Einzelhofsiedlungsgebiet zu rechnen. Doch verläuft die Grenze des Areals mit vorwiegender Dorfsiedlung nur wenige Kilometer weiter südlich. Die größeren Bauernhöfe liegen in unterschiedlicher Entfernung voneinander inmitten der zugehörigen Betriebsflächen. Ihre Streuung über die Fläche kann nicht als zufällig und regellos gelten, da sich in ihrer Anordnung gewisse Prinzipien erkennen lassen: Einmal orientieren sich die Höfe nach den mehr oder weniger NNW - SSO ziehenden Kendlrinnen, deren Rand sie bevorzugten. (Vgl. auch Rosenberg 1932; Paffen 1948, 1958; Schlarb 1968). Zum anderen besteht eine Ausrichtung nach den vorgegebenen Bodenqualitäten.

Dadurch, daß oftmals mehrere Höfe längs der Kendlrinnen nebeneinander liegen, ergeben sich trotz der Einzelhofstruktur mehrfach lockere Reihungen. Sie unterstreichen genau wie die engständigen Reihensiedlungen am Fuße der Stauchmoränenwälle das Prinzip, das bei der Wahl des Siedlungsplatzes befolgt wurde: Zur Zeit der Anlage der Bauernhöfe waren die Kendlrinnen infolge des hohen Grundwasserstandes durchweg feucht. Das Wasser war der dominante Faktor ihrer Ökosysteme, der allen anderen ökologischen Differenzierungen, z.B. dem Bodensubstrat (Lehm oder Sand), wenig Bedeutung zukommen ließ. Die Wahl der Siedlungsplätze am Rande der alluvialen Rinnen bot den Vorteil festen Baugrundes und günstiger Wasserversorgung bei gleichzeitiger Nähe der benötigten Wirtschaftsflächen: Hudewald bzw. in späterer Zeit Weiden oder Wiesen in den grundwasserfeuchten Niederungen und Ackerland auf den weniger grundwassernahen Niederterrassenplatten.

Die Anpassung der landwirtschaftlichen Siedlungen hinsichtlich ihrer Lage an die einstigen ökologischen Bedingungen wurde mit dem Rückgang des Grundwasserspiegels östlich des Köhrrahms-Grabens aufgehoben. Denn hier traten mit sinkendem Grundwasserspiegel andere Faktoren, insbesondere diejenigen des Bodensubstrates, die die wasserhaltende Kraft, die Bodenstruktur und die Bodenentwicklung beeinflussen, in den Vordergrund, so daß die landwirtschaftlichen Siedlungen hier trotz ihrer Randlage an einer Hohlform heute an Ökotopeu lie-

gen, deren Ökosysteme sich oft stark unterscheiden. Man denke nur an die Unterschiede, die bei fehlendem Grundwasser durch das Bodensubstrat Torf, Lehm oder Sand hervorgerufen werden.

Durch die Anlage von Wasserleitungen oder tiefen Brunnen mit elektrisch betriebenen Saugpumpen ist man zwar hinsichtlich der Wasserversorgung für Mensch und Tier von der Grundwassernähe unabhängig geworden; hinsichtlich der Versorgung der Pflanzen auf den Grünlandflächen bleibt man jedoch von ihr abhängig, solange man die derzeitige Betriebsstruktur, bei der große Weideflächen benötigt werden, aufrecht erhält.

Die landwirtschaftlichen Betriebe abseits der Kendelrinnen inmitten der Niederterrassenplatten sind mit geringen Ausnahmen jüngere Ausbauten und weisen nur kleine Betriebsflächen auf. Einige ältere Bauernhöfe auf den Niederterrassenplatten, zu denen innerhalb des Untersuchungsgebietes der Bohnenhof in Vluynbusch und der Hochkamerhof gehören, trifft man auf den gegenwärtig staufeuchten Ökotope an, die vor der Grundwasserabsenkung wesentlich feuchter waren, so daß auch bei ihnen ehemals eine günstige Wasserversorgung gewährleistet war. Die jüngeren landwirtschaftlichen Betriebe liegen hauptsächlich auf den Ökotope der staufeuchten Ökosysteme Nr. 15 - 19 oder auf den Flugsanddecken mit den Ökosystemen Nr. 23 - 24. Diese Standorte wurden von den älteren Betrieben weniger bevorzugt und dienten lange Zeit als Allmende, so daß hier eine Ansiedlung durch kötterartige Betriebe leichter möglich war. Inmitten der Niederterrassenplatten liegen auch einige in jüngster Zeit errichtete Nebenerwerbssiedlungen mit kleinen Betriebsflächen. Auch sie besetzen häufig Standorte, die von den älteren Betrieben weniger begehrt wurden, so z.B. Ökotope mit leichter Bodenart in Moers-Hülsdonk, in Sandfort, am Wiesfurtgraben etc.

Die Ausrichtung der landwirtschaftlichen Betriebe zu gewissen Bodenqualitäten zeigt sich auch in der Betriebsgröße. Die größten landwirtschaftlichen Betriebe innerhalb des Untersuchungsgebietes mit mehr als 30 ha bewirtschafteter Fläche liegen auf oder in unmittelbarer Nähe zu den für die landwirtschaftliche Nutzung am besten geeigneten Ökotope, nämlich auf

denen der Ökosysteme Nr. 20 - 22, die sie in großen Parzellen bewirtschaften. Am häufigsten befinden sich die Gebäude dieser großen Bauernhöfe randlich der von ihnen bevorzugten Nutzungsfläche, auf Ökotope, die für den Anbau weniger geeignet sind, so daß die ertragsstarken Flächen möglichst der Acker- oder Weidenutzung vorbehalten bleiben.

Die Kleinbetriebe dagegen trifft man samt ihrer geringen Betriebsfläche überwiegend auf den für die landwirtschaftliche Nutzung weniger günstigen Flugsanddecken an. Allein die mittleren Betriebe kommen auf den verschiedensten Ökotope vor.

2. Ökotope, Flur- und Parzellenformen

Im Profilstreifen herrscht durchweg **K l e i n b l o c k - f l u r** vor mit z.T. unregelmäßig begrenzten, meistens aber annähernd rechteckigen bis quadratischen Parzellen (variabler Größe). Regellos in sie eingestreut sind kurze Streifen, wenn man als solche nach Niemeier (1944, S. 62) Parzellen ansieht, deren Verhältnis von Länge zu Breite wenigstens 5 : 1 beträgt. Von einer ausgeprägten Streifenflurform kann heute jedoch keine Rede mehr sein. Selbst in dem Gebiet um Rheurdt, das nach Zschocke (1963, S. 37 ff) ehemals eine Waldhufenflurform aufwies, lassen sich gegenwärtig nur noch Anklänge daran im Wegenetz feststellen. Die ehemaligen Hufen wurden in Anpassung an die naturgegebenen Bedingungen senkrecht zu ihrer Längserstreckung, d.h. höhenlinienparallel, in viele je nach der Hangneigung verschieden breite Parzellen aufgeteilt, die maximal von Hohlweg zu Hohlweg reichen.

Differenzierungen innerhalb der Kleinblockflur zeigen sich allein hinsichtlich der Größe und der mehr oder weniger regelmäßigen Anordnung der Parzellen: In einer schmalen Zone am Fuße des Schaephuysener Höhenzuges, weiterhin in Vluynbusch, z.B. entlang des Spickerbruchweges, und in der Nähe der kleinen Siedlungshäufungen am Gülix- und am Rayener Berg kommen schematisch und regelmäßig aufgeteilte kleine rechteckige Besitz- und Nutzungsparzellen vor. Ihre schematische Aufteilung wird noch durch die parallel zueinander verlaufenden und rechtwinkelig sich kreuzenden Wege verdeutlicht. Kleinparzel-

liert, jedoch unregelmäßig angeordnet sind die Fluren am Wiesfurtgraben und in der Umgebung des Balderbruchgrabens. Die genannten kleinparzellierten Areale heben sich deutlich von den großflächigen Besitz- und Betriebsparzellen der übrigen Flächen des Untersuchungsgebietes ab. Zwischen den Flur- und Nutzungsparzellenformen und den einzelnen fein differenzierten Ökotope n lassen sich keine deutlichen Übereinstimmungen wahrnehmen, wohl aber bestehen Möglichkeiten der Zuordnung zu den größeren Ökotopkomplexen, die Ökotope nahverwandter Ökosysteme umschließen. Die unregelmäßig und großflächig parzellierten Fluren findet man bei dem Ökotopkomplex der stauwasserbeeinflussten Ökotope und demjenigen der wasserunbeeinflussten Ökotope der lehmi-gen Niederterrassenplatten, auf denen die alten großen Bauernhöfe sich angesiedelt haben. Alle kleinparzellierten Fluren dagegen kommen auf den für die landwirtschaftliche Nutzung ehemals weniger günstigen Ökotope n vor: die regelmäßig aufgeteilten unter ihnen auf den gegenwärtig mäßig bis stark grund- oder stauwasserbeeinflussten Ökotope n der Ökosysteme Nr. 1 - 7 und 10 - 19, die zwischen dem Schaephuysener Höhenzug und dem Schwanenbrückskendel oder in der Moersbachniederung sowie außerhalb des Untersuchungsgebietes, z.B. westlich von Genend, in der Neuen Dong und in der Alten Dong, anzutreffen sind. Diese Gebiete wurden infolge ihrer übergroßen Feuchtigkeit und Überflutungsgefahr erst spät in Besitz genommen. Die unregelmäßig aufgeteilten Fluren geringer Parzellengröße herrschen auf den Ökotope n der Flugsanddecken und der Dünen vor, wo sich die Wirkungsgefüge Nr. 23 - 24 beobachten lassen, z.B. nördlich von Neukirchen zu beiden Seiten des Wiesfurtgrabens oder östlich des Balderbruchgrabens und des Moersbaches. Allerdings ist diese Struktur östlich des Moersbaches im Zuge der Verstädterung bereits stark umgestaltet worden. Aus der Zuordnung von bestimmten Parzellengestalten zu Ökotopkomplexen läßt sich nicht schließen, daß bestimmte ökologische Bedingungen gewisse Flur- oder Nutzungsparzellenformen erfordern. Die unterschiedlichen ökologischen Bedingungen, die in der Natur vorgefunden wurden, veranlaßten lediglich eine

E r s c h l i e ß u n g der Räume zu v e r s c h i e d e -
n e n Z e i t e n . Die Auffassung der jeweiligen Zeit ihrer-
seits und die Intention des Planers bestimmten die Flur- und
die Parzellenform.

3. Ökotope und ländliches Wegenetz

Eine große Zahl der ländlichen Wege verläuft in NNW-SSO-Rich-
tung. Sie begleiten die ehemals feuchten alluvialen Rinnen
randlich und passen sich den Biegungen der Rinnen an. Sie of-
fenbaren dadurch eine Ausrichtung nach einer f r ü h e r e n
ökologischen O r d n u n g ; denn bei einer solchen Anlage
brauchten sie nur wenige feuchte Niederungen zu queren und
konnten gleichzeitig die an der gleichen ökologischen Ordnung
orientierten Bauernhöfe verbinden, ohne die Anbauparzellen
der Anlieger zu schneiden. Daneben kommen freilich auch Wege
in anderer Richtung vor. Ein Teil zieht in ost-westlicher
Richtung und entspricht mehr den überregionalen Verkehrsbedürf-
nissen als einer ökologischen Ausrichtung. In spät erschlos-
senen feuchten Bruchgebieten verlaufen die Wege im Einklang
mit der Parzellierung geradlinig und schematisch. Sie zeigen
zum Schutz gegen Feuchtigkeit oftmals eine dammartige Erhöhung,
wie sie am Spickerbruchweg in Vluynbusch oder "im Broich"
östlich von Rheurdt oder im Donggebiet zu sehen ist. Am
Schaephuysener Stauchmoränenwall verlaufen zahlreiche Wege in
regelmäßigen Abständen zueinander senkrecht zu den Höhenlinien.
Sie zeigen dadurch keine Anpassung an die natürlichen Verhält-
nisse und können nur aus der ehemaligen Hufeneinteilung er-
klärt werden, die sich nach den ökologischen Gegebenheiten aus-
richtete. Wenn parallel zu den alluvialen Rinnen verlaufende
Wege von der einen Seite der Kendelrinne zur anderen über-
wechseln, so zeigen die schmalen Landwege, die noch nicht zu
Autostraßen neuerer Art ausgebaut sind, charakteristische
Knicke. Auch bei solchen Rinnen, die heute unkenntlich wur-
den, sind diese Knicke in der Wegführung oft sehr deutlich.
Sie geben ihrerseits Hinweise für den Verlauf der ehemaligen
Rinne. Gegenwärtig bereitet die Querung der Rinnen kaum noch
Schwierigkeiten weil im mittleren und östlichen Teil des Pro-

filstreifens die Rinnen trocken geworden sind. In dem westlichen Abschnitt, in dem noch feuchte oder torfige Rinnen vorhanden sind, ermöglichen die modernen technischen Hilfsmittel, die Rinnen zu queren, so daß heute im Wegebau aus bautechnischen Gründen keine Ausrichtung nach Ökotoptkomplexen zu erfolgen braucht.

4. Ökotope, Nutzungsart und Anbau

In den Jahren 1966, 1967 und 1968 habe ich für das Untersuchungsgebiet jeweils im Juni eine L a n d n u t z u n g s - k a r t i e r u n g im Maßstab 1 : 5 000 bzw. 1 : 10 000 durchgeführt. Während dieser Arbeiten wurden bereits regelhafte Zuordnungen der vorgefundenen Nutzungsweisen und Feldfruchtgemeinschaften zu bestimmten ökologischen Einheiten erkannt. Gleichzeitig konnte ich durch zahlreiche Gespräche mit den Landwirten ermitteln, wie diese die verschiedenen Standorte bewerten.

Um jedoch quantitative Angaben über das Verhältnis von Nutzung und ökologischer Ausstattung zu erhalten, wurden die Flächen der einzelnen Nutzungs- und die der einzelnen Anbauarten ermittelt, den diese bei den Ökotopten der verschiedenen Ökosysteme einnehmen. Die errechneten Flächen wurden zu der Gesamtfläche der Ökotope der entsprechenden Ökosysteme bzw. zu der Summe der jeweils als Grünland und Ackerland genutzten Abschnitte, d.h. zu der landwirtschaftlich genutzten Fläche im engeren Sinne, in Beziehung gesetzt. Es wurde zunächst eine Flächenberechnung für das Jahr 1968 durchgeführt, der später eine für das Jahr 1967 folgte, die in gleicher Weise vorgenommen wurde. Auf diese Art sollten die Ergebnisse durch Vergrößerung der statistischen Variationsbreite gesichert, Zufälligkeiten und Fehler weitgehend ausgeschlossen werden. Von beiden Jahren wurden die errechneten Einzelwerte gemittelt. Die Tab. 3 und 4 (im Anhang) enthalten diese Mittelwerte, die Abb. 12 und 13 (Beilage 5 und 6) stellen einige der tabellarisch weniger anschaulichen Ergebnisse graphisch dar. Bei Tab. 3 und Abb. 12 wird die Gesamtfläche des jeweiligen Ökosystemtyps als 100 Prozent angenommen, bei Tab. 4 und

Abb. 13 dagegen die landwirtschaftlich genutzte Fläche des betreffenden Ökosystemtyps. Im folgenden soll das Verhältnis von Nutzung, Anbau und ökologischer Ausstattung an Hand der vorgelegten Tabellen und Abbildungen näher erläutert werden, wobei mit Tab. 3 und Abb. 12 begonnen wird. Beide lassen erkennen, daß die stark grundwasserbeeinflußten Ökotope der Ökosysteme Nr. 1 - 5 ihrer ökologischen Eignung entsprechend hauptsächlich als Grünland oder als Forst genutzt werden; Ackerland fehlt auf den Arealen der Ökosystemtypen Nr. 1 - 7. Auf den feuchtesten Standorten unter den Ökosystemen Nr. 1 - 7, nämlich bei denen mit dem Ökosystem Nr. 1, überwiegt der Wald-, bei den stärker entwässerten Ökosystemen Nr. 2, 4 und 5 dagegen der Wiesen- und Weidenanteil. Der hohe Waldanteil bei dem Ökosystemtyp Nr. 3 ist infolge der geringen Ökosystemfläche (1,9 ha = 0,1 % von der Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes) weitgehend zufällig. Die von Gebäuden, Hof und Gärten eingenommenen Flächen sind bei den Ökosystemen Nr. 1 - 5 mit ihrem torfigen Untergrund bezeichnenderweise sehr gering. Nur dort, wo diese Standorte durch Sandaufschüttungen stärkere Veränderungen erfahren haben, wie sie das Ökosystem Nr. 6 zeigt, eignen sie sich zur Bebauung. Auf dem Ökosystem Nr. 6 findet man zu über 70 % der Fläche Gebäude, Gärten und Wege. Auch bei den Ökosystemen Nr. 7 - 9, bei denen an Stelle des torfigen Untergrundes ein sandiges Bodensubstrat tritt, nehmen die bebauten Flächen mit einem Drittel der Gesamtfläche einen hohen Anteil ein. Der sandige Untergrund dieser Ökosysteme wird offensichtlich seiner Standfestigkeit wegen als Baugrund bevorzugt, während man die Feuchtigkeit, die durch das nahe Grundwasser bedingt wird, bei Bauvorhaben weniger scheut. Mit wachsendem Grundwasserflurabstand nimmt auf den Standorten, die ein sandiges Bodensubstrat aufweisen, die Wiesen- und Weidennutzung schnell ab, während die Anteile des Ackerlandes und des Forstes ansteigen. Die Ökosysteme Nr. 8 - 9 sind gute Beispiele für diese Tendenz. Der vom Grundwasser mäßig bis stark beeinflusste lehmig-tonige Untergrund wird offensichtlich als Baugrund ebenfalls gemieden. Denn die Ökosysteme Nr. 10 und 11, die solche Bedingungen aufweisen, tra-

gen nur überaus kleine Gebäude-, Hof- und Wegeflächen. Bei ihnen überwiegt ihrer ökologischen Eignung entsprechend das Grünland. Auf den etwas leichteren und weniger nassen Ökotypen mit dem Ökosystem Nr. 12 vergrößert sich wiederum der Anteil des bebauten Landes und des Ackerlandes. Die relativ hohen Forstanteile kommen bei diesem Ökosystem genau wie bei den Wirkungsgefügen Nr. 10 und 11 durch besitzrechtliche Gegebenheiten zustande. Denn große Teile dieser Standorte befinden sich in Staats- oder in Großgrundbesitz und konnten auf diese Weise der Rodung durch die Landwirte entgehen. Soweit diese Standorte in den Besitz der Landwirte gelangten, wurden sie gerodet und zum größten Teil in Grünland oder stellenweise auch in Ackerland umgewandelt; denn die Landwirte können bei den kleinen Betriebsflächen keine erfolgreiche Forstwirtschaft betreiben.

Das Ökosystem Nr. 13, das auf Grund der hohen wasserhaltenden Kraft seines Bodensubstrates über ausreichende Feuchtigkeit verfügt, wird zu über 90 % als Grünland genutzt. Die einst grundwassernahen, heute aber nur mehr mäßig staufeuchten Standorte vom Bodentyp der Gleye mit abgesenktem Grundwasser, die Ökosysteme Nr. 14 - 16, werden dagegen mit nachlassender Stauwirkung und zunehmender Verbraunung des Bodenprofils immer stärker in Ackernutzung genommen. Das Ökosystem Nr. 16 zeigt bereits den gleichen Prozentanteil der Ackernutzung wie das Wirkungsgefüge Nr. 20, In dieser Tatsache gibt sich die weitgehende ökologische Ähnlichkeit beider Wirkungsgefüge zu erkennen, die in den nächsten Jahren, wenn die gegenwärtige Entwicklungstendenz anhält, stetig zunehmen wird.

Bei dem Ökosystem Nr. 17 ist wiederum aus den oben angeführten besitzrechtlichen Gründen der Waldanteil sehr hoch. Diese Tatsache und das häufige Auftreten solcher Ökosysteme in einst feuchten alluvialen Rinnen, die traditionsgemäß weiter als Grünland genutzt werden, obwohl sie sich für diese Nutzungsweise nicht mehr optimal eignen, schmälern den Ackerlandanteil dieses Ökosystems und erklären neben dem hohen Waldanteil die starke Grünlandnutzung.

Das Ökosystem Nr. 18 wird zu annähernd gleichen Teilen ackerbaulich und forstlich genutzt, während das Grünland etwas zurücktritt. Es besteht hier keine ausgesprochene Bevorzugung einer Nutzungsweise. Dadurch scheint die Schwierigkeit in der Beurteilung dieses Wirkungsgefüges, die bereits bei der ökologischen Analyse auftrat, sich nunmehr auch in der Unsicherheit der Landwirte kundzutun, da sie verschiedene Nutzungsweisen versuchen, und nicht wissen, auf welche sie sich mit größerem Erfolg spezialisieren können. Von dem Ökosystem Nr. 19, das im kartierten Profilstreifen zwar ein deutliches Überwiegen des Ackerlandes aufweist, gilt ebenfalls die für Nr. 18 getroffene Feststellung, wenn man das Vorkommen dieses Ökosystems in der näheren Umgebung des Untersuchungsgebietes, insbesondere südlich und südwestlich von Vluyn, mit in die Betrachtung einbezieht. Die nicht wasserbeeinflussten Ökosysteme Nr. 20 - 23 werden zu zwei Dritteln oder mehr ackerbaulich genutzt. Sie stellen neben dem Ökosystem Nr. 16 die bevorzugten Ackerstandorte des Untersuchungsgebietes und des ganzen Moerser Landes dar. Ihre sehr geringen Waldanteile, die mitunter nur etwas mehr als 1 % betragen, charakterisieren ihre ausgedehnten ebenen Ökotope als wenig abwechslungsreiche Flächen. Mit zunehmender Sandkomponente und sinkender wasserhaltender Kraft (vgl. auch Abb. 15, Beil. 8) des Bodensubstrates nimmt der Anteil des Grünlandes von dem Ökosystem Nr. 20 bis zu 25 stetig ab und fehlt schließlich bei Ökosystem Nr. 26 ganz. Die bei den Wirkungsgefügen Nr. 23 - 25 bereits nicht mehr erwarteten kleinen Grünlandflächen kommen zum größten Teil durch die Summierung schmaler Abschnitte zustande, die von Standorten, welche sich besser für die Grünlandnutzung eignen, auf die schlechter geeigneten übergreifen. Denn die Abgrenzung der Parzellen erfolgt, wie bereits dargelegt, nur selten in Anlehnung an die ökologischen Grenzen, sondern vielmehr nach besitzrechtlichen Gegebenheiten, oder sie wird einer bequemerem Bearbeitung wegen rechtwinkelig vorgenommen, so daß es fast notwendig zu Überlappungen mit den nach ökologischen Gesichtspunkten ermittelten Flächen kommen

muß, da diese nur selten geradlinige Abgrenzungen aufweisen. Außerdem handelt es sich bei den Grünlandflächen auf den Ökoto-
pen mit geringer wasserhaltender Kraft und mit Sandboden
oftmals um kleine hofnahe Weideareale, die besonders für das
Jungvieh oder als Auslauf für Schweine benötigt werden. Hof-
fernes Dauergrünland trifft man auf den Ökoto-
pen der Ökosys-
teme Nr. 23 - 25 tatsächlich nur sehr selten an, so daß man
zu Recht sagen kann, der Schwerpunkt der Grünlandverbreitung
liegt auf den wasserbeeinflußten, insbesondere aber auf den
grundwassernahen Standorten. Von dort greifen die Weidepar-
zellen auf Ökotope verschiedenster Ökosysteme über, erreichen
aber mit abnehmender Eignung immer geringere Anteile.

Bemerkenswert ist weiterhin, daß auch bei den wasserunbe-
einflußten Ökoto-
pen genau wie bei den wasserbeeinflußten
mit steigender Sandkomponente die von Gebäuden, Hof-, Gar-
ten- und Wegeflächen eingenommenen Areale zunehmen. Denn auf
den trockenen Ökoto-
pen der Flugsanddecken, die sich weniger
für die landwirtschaftliche Nutzung eignen, liegen neben den
kleinen landwirtschaftlichen Betrieben und den Nebenerwerbs-
siedlungen auch die größten Teile der gewerblichen dörflichen
oder städtischen Siedlungen. Rheurdt, Neukirchen-Vluyn und
die Stadt Moers mögen innerhalb des Untersuchungsgebietes
als Beispiele gelten. Erst in neuerer Zeit greifen diese im
Zuge ständiger Erweiterung von ihren alten Kernen auf den
Flugsanddecken auch auf Standorte über, die sich ausgezeichnet
für die landwirtschaftliche Nutzung eignen. Nur wenn man be-
rücksichtigt, daß auf den Flächen der Ökosysteme Nr. 22 - 24
die städtischen und dörflichen Siedlungen ihre Hauptverbrei-
tung haben und wenn man bedenkt, daß diese in die Berechnung
mit einbezogen würden, ist der hohe Anteil der Siedlungs-
flächen auf diesen Standorten zu verstehen.

Auf den Ökoto-
pen der Systeme Nr. 22 - 25 trifft man außerdem
noch nennenswerte Flächen mit gewerblichem Gartenbau an. Daß
gerade hier auf den leichten Böden sich außer den privaten
Gärten größere Parzellen mit Feldgemüse, Baumsetzlingen oder
Blumen und auch Gewächshäuser befinden, hängt nicht unmittel-

bar mit der ökologischen Ausstattung dieser Standorte zusammen, obgleich diese für den Gemüsebau nicht ungeeignet sind. Die primäre Ursache liegt vielmehr in den kleinen landwirtschaftlichen Betrieben und den geringen Betriebsflächen, die auf diesen Ökotope anzutreffen sind. Die Bauern waren gezwungen, sich einem Produktionszweig zu widmen, bei dem sie ihre kleine Betriebsfläche intensiv nutzen, die vorhandenen Arbeitskräfte sinnvoll einsetzen und gleichzeitig einen hohen Gewinn erzielen konnten. Der Erwerbsgemüsebau erfüllte die genannten Bedingungen und bot sich hier geradezu an, da die nahen Ballungsräume am Rhein gute Absatzchancen für die erstellten Produkte gewährten, die ökologischen Bedingungen sich für den Gemüseanbau eigneten und die sandigen Böden zudem eine leichte Bearbeitung des Bodens ermöglichten.

Für den Erwerbsgemüsebau auf den Ökotope der Systeme Nr. 8, 14 und 15 waren ähnliche Motive entscheidend, obgleich hier die ökologischen Bedingungen etwas ungünstiger sind. Auch auf diesen Standorten waren kleine landwirtschaftliche Betriebe vorhanden, die hofften, in dem neuen Erwerbszweig ihr Auskommen zu finden. Auf den guten Ackerstandorten, die leistungskräftige landwirtschaftliche Betriebe tragen, findet man dagegen keine Erwerbsgärtnerei. Noch eine andere Tendenz in der Nutzungsweise der Ökosysteme wird in Abb. 12 und Tab. 3 sichtbar. Bei abnehmender Eignung der Standorte für die landwirtschaftliche Nutzung nimmt der Anteil der aufgeforsteten oder nicht genutzten Flächen zu; denn vom Ökosystem Nr. 22 bis hin zu Nr. 26 vergrößern sich die forstlich genutzten Flächen entsprechend der stufenweisen Verschlechterung der wasserhaltenden Kraft und des Nährstoffgehaltes des Bodensubstrates. Nicht genutzte Flächen trifft man im Untersuchungsgebiet, wenn man einmal von den frisch aufgefüllten oder verlassenen Kiesgruben absieht, die auf der Karte des Ökotopegefüges (Abb. 9) bereits als eigene Einheit ausgeschieden wurden, nur an wenigen Stellen. Zum Teil sind es Wegraine, die die tief eingeschnittenen Hohlwege am Schaephuysener Höhenzug begleiten, oder steile Böschungen. Zum anderen liegen diese ungenutzten Flächen auf

überfeuchten und versumpften Standorten des Ökosystems Nr. 1 und 2, die sich nicht rationell pflegen und bearbeiten lassen. Sie werden sich selbst überlassen und zeigen bereits nach einigen Jahren den Beginn eines natürlichen Baumbewuchses, der aus angeflogenen Samen keimte.

Um die Anbauverhältnisse auf den Ökotope der verschiedenen Ökosysteme noch eingehender zu beleuchten, wurden Tab. 4 und Abb. 13 (Beil. 6) entwickelt. In beiden wird die Summe der Grünland - und Ackerfläc h e eines jeden Ökosystemtyps, d.h. die landwirtschaftlich genutzte Fläche im engeren Sinn, als 100 % angenommen, und es wurden die Anteile ermittelt, die das Grünland, das Ackerland und die einzelnen Feldfrüchte sowie gewisse Gruppierungen von Feldfrüchten einnehmen. Hinsichtlich der Gruppierung der Feldfrüchte wurde wie bereits bei der vorhergehenden Tabelle (Tab. 3) zwischen anspruchsvollen, mäßig und wenig anspruchsvollen Feldfrüchten unterschieden. Diese drei Gruppen wurden in der Abbildung jeweils durch eine Signaturengruppe kenntlich gemacht. Zu den anspruchsvollen Feldfrüchten zählen Zuckerrüben, Weizen und Wintergerste, zu den mäßig anspruchsvollen Sommergerste, Sommergemenge aus Sommergerste und Hafer, Mais, Raygras und Hafer. Die letzte Gruppe, die der wenig anspruchsvollen Feldfrüchte, wurde durch Einzelsymbole hervorgehoben. Sie umfaßt Futterrüben, Kartoffeln und Roggen.

Bei den ersten sieben Ökosystemen besteht die landwirtschaftlich genutzte Fläche ausschließlich aus Grünland. Auch bei den mäßig wasserbeeinflußten Ökosystemen Nr. 10, 11 und 13 bleibt das Ackerland unter 5 %. Erst mit der Abschwächung des Wasserfaktors (Ökosysteme Nr. 8, 9, 12, 14 - 19) gewinnt es an Ausdehnung. Die wasserunbeeinflußten Ökotope mit den Wirkungsgefügen Nr. 20 - 25 zeigen nur noch geringe Grünlandanteile, und bei Ökosystem Nr. 26 fehlt das Grünland ganz.

Innerhalb des Ackerlandes herrschen auf den sandigen Ökotope mit und ohne Grundwasserbeeinflussung die mäßig und wenig anspruchsvollen F e l d f r ü c h t e vor, z.B. bei den Ökotope der Systeme Nr. 8, 9 und 23 - 26. Die anspruchsvollen Feldfrüchte werden hauptsächlich auf den mäßig schweren Böden

aus Lehm, sandigem Lehm bis stark lehmigem Sand angebaut. Die Zuckerrüben z.B. erreichen einmal einen Anbauswerpunkt auf den Arealen der Ökosystemtypen Nr. 16 - 18, die Böden aus Lehm bis sandigem Lehm vom Bodentyp der Gleye mit abgesenktem Grundwasser und schwacher bis mäßig starker Hemmung der Wasserperkolations aufweisen. Zum anderen konzentriert sich der Zuckerrübenanbau auf den Standorten mit Wirkungsgefügen vom Typ Nr. 20 - 22, die lediglich geringe fossile Gleymerkmale und keine nennenswerten Verdichtungen und Hemmungen der Wasserperkolations beobachten lassen. Oberflächlich sind diese Ökotope mit einer verschieden mächtigen Decke aus leichteren Bodenarten überzogen, die entweder auf Grund äolischer Aufwehung oder infolge stärkerer Feinsubstanzdurchschlammung (Lessivierung) zustande gekommen ist. Die Zuckerrüben liefern auf diesen Standorten, abgesehen von wenigen ausgesprochenen Trockenjahren, hohe und sichere Erträge, während die Erträge bei den zuerst genannten Standorten mit den Wirkungsgefügen vom Typ Nr. 16 - 18, besonders in Jahren mit längeren Feuchtperioden, hinter jenen zurückbleiben. Auf den deutlich pseudo-vergleyten Standorten des Ökosystemtyps Nr. 19 geht der Zuckerrübenanbau stark zurück. Bei dem Ökosystemtyp Nr. 18, der sich ebenfalls, wenn auch in geringerem Maße, durch Pseudovergleyung auszeichnet, ist der hohe Zuckerrübenanteil erstaunlich. Doch dürfte es sich hier, bedingt durch die geringe Größe der landwirtschaftlichen Nutzfläche (6,2 ha), auf die sich die Berechnung bezieht, um ein zufälliges Ergebnis handeln, das bei langjährigen Beobachtungen eine Revision erfahren wird. Der Weizenanbau erreicht auf den schwereren und stauwasserbeeinflussten Standorten mit den Ökosystemtypen Nr. 16, 18 und 19 die höchsten Prozentanteile, nämlich 15 - 20 % von der landwirtschaftlich genutzten Fläche; er behauptet sich aber auch auf den Ökosystemen Nr. 20 - 22 mit Flächenanteilen von 12 - 15 %. Bei den Ökosystemtypen Nr. 23 - 26 fällt er zugunsten eines verstärkten Anbaus von Wintergerste deutlich ab. Der Weizenanbau findet damit seiner ökologischen Eignung entsprechend seine Hauptverbreitung auf den Standorten der Ökosysteme Nr. 16 - 21. Die Ökosysteme Nr. 16 und 20, die etwa

zu gleichen Anteilen ackerbaulich genutzt werden, unterscheiden sich jedoch charakteristischerweise im Anteil der mäßig und der wenig anspruchsvollen Feldfrüchte und, wie später noch dargelegt wird, in der Fruchtfolge voneinander. Während bei dem Ökosystem Nr. 16 Gemenge, Raygras und Roggen, die wenig verdichtete Böden benötigen, in dem hier vierjährigen Fruchtfolgeturnus anteilmäßig gering bleiben, werden sie in den fünf- oder mehrjährigen Fruchtfolgeturnus auf den Ökotope des Wirkungsgefüges Nr. 20 voll eingegliedert. Dadurch vermehren sich bei diesem Ökosystem die Roggen-, Raygras- und Gemengeanteile. Der verstärkte Raygrasanbau bei Ökosystem Nr. 20 findet darüber hinaus seine Begründung durch die bei dem Ökotopekomplex der Lehmplatten, dem dieses Wirkungsgefüge angehört, zu wenig vorhandenen günstigen Grünlandstandorte. Denn alle Bereiche der Ökosysteme Nr. 9 und 19 - 26, die sich wenig für die Grünlandnutzung eignen, haben bedeutende Raygrasflächen. Die Ökosystemtypen Nr. 14 - 17 zeigen geringere Raygrasanteile.

Bei den Ökosystemen mit leichter Bodenart (Nr. 9 und 23 - 26) wird aus der Gruppe der anspruchsvollen Feldfrüchte hauptsächlich Wintergerste angebaut. Doch wird die Anbaufläche der anspruchsvollen Feldfrüchte von derjenigen der wenig anspruchsvollen übertroffen, was wiederum auf eine Anpassung an die ökologischen Gegebenheiten hindeutet. Bezeichnend sind vor allem die hohen Prozentanteile, die Kartoffeln und Roggen auf den Standorten mit leichter Bodenart (Ökosysteme Nr. 23 - 26) einnehmen, während sie im übrigen Untersuchungsgebiet nur geringe Prozentanteile an der Ökosystemfläche erreichen. Im mittleren Abschnitt des Untersuchungsgebietes, wo die Ökosysteme Nr. 16 - 21 dominieren, gaben die Landwirte auf Befragen mehrfach an, Kartoffeln für den eigenen Bedarf von Betrieben zu kaufen, die auf Standorten liegen, welche sich für den Kartoffelanbau eignen. Auch die Futterrüben zeigen in den hier durchgeführten Berechnungen nur geringe Anteile. Ihre Anbauflächen sind in Wirklichkeit etwas größer, da fast durchweg rings um die Zuckerrübenfelder einige Zeilen (zwei bis fünf Meter, selten mehr) mit Futterrüben bestellt wurden. Bei den Flächenberechnungen konnten diese schmalen Abschnitte nicht berücksichtigt

werden, so daß die Futterrübenanteile generell etwas zu niedrig liegen. Hafer wird im Untersuchungsgebiet lediglich in geringem Umfange angebaut. Die höchsten Prozentanteile ergeben sich, wenn man nur die Ackerfläche der Ökosystemtypen als Bezugsfläche wählt, bei den staufeuchten und schwach grundwasserbeeinflußten Ökosystemen Nr. 8, 9, 11, 15 und 16 - 19, für die er sich eignet. Er wird aber auch auf den leichteren Böden der Ökosysteme Nr. 20 ff angebaut, oft weniger in Rheinkultur als vielmehr in verschiedenen Mischungsverhältnissen mit Sommergerste, wie aus den Gemengeanteilen bei den einzelnen Ökosystemen ersichtlich ist.

Bisher standen die Beziehungen zwischen den Ökosystemtypen, der Nutzungs- und der Anbauart bei der Erörterung im Vordergrund. Ich wende mich nun einer regionalen Betrachtung zu, bei der von Parzelle zu Parzelle Nutzung und Anbau mit den ökologischen Differenzierungen verglichen werden. Die Grundlagen für diese Gegenüberstellung bildet die Abbildung 9 (das Ökotopgefüge des Moerser Landes) und drei großmaßstäbige Landnutzungskarten, die im Juni der Jahre 1966, 1967 und 1968 aufgenommen wurden. Um den Vergleich zu erleichtern und übersichtlicher zu gestalten, werden aus den genannten Landnutzungskarten lediglich einige repräsentative Ausschnitte dargeboten und zu den Ökotopen des betreffenden Sektors in Beziehung gesetzt. Die Lage der Ausschnitte innerhalb des gesamten Untersuchungsgebietes zeigt Abb. 7.

Das erste Beispiel (Abb. 14 A) erfaßt einen Teil des Schaephuysener Höhenzuges an der Westflanke des Untersuchungsgebietes und schneidet Ökotope mit den Ökosystemen Nr. 21, 22, 25 und 26 an. Die Areale des Ökosystems Nr. 21, die annähernd die Mitte der Abbildung einnehmen, zeigen in den beiden Kartierungsjahren 1967 und 1968 - das Untersuchungsgebiet wurde erst im Verlaufe der Arbeit vom Fuß des Höhenzuges bis zu seinem Scheitel ausgedehnt - mehrfach Zuckerrüben- und Weizenanbau. Doch greifen die Zuckerrüben- und Weizenparzellen auch auf die Ökotope mit dem Wirkungsgefüge Nr. 22 über, werden aber nur selten auf denjenigen der Ökosysteme Nr. 25 und 26 angetroffen. Auf diesen dominieren viel-

mehr die wenig anspruchsvollen Feldfrüchte: Kartoffeln, Futterrüben und Roggen, begleitet von Wintergerste, Sommergerste, Raygras und Gemenge, so daß innerhalb dieses Ausschnittes eine gute Übereinstimmung zwischen ökologischer Eignung und landwirtschaftlicher Nutzung besteht.

In dieses Ergebnis fügen sich auch die Waldflächen ein, die auf den Kuppen und den stärker geneigten Hängen des Moränenwalles vorkommen, wo die Ökosysteme Nr. 25 und 26 verbreitet sind.

Aus der Kartierung und den Gesprächen mit den Landwirten lassen sich für die beiden hier herausgehobenen ökologisch stärker divergierenden Ökosystemgruppen (Nr. 25 - 26; 21 - 22) genau wie bei den später zu behandelnden Beispielen unterschiedliche Fruchtfolgezyklen ableiten, die erneut beweisen, wie stark und bis in welche Bereiche die ökologische Ausstattung des Naturraumes das Wirkungsgefüge der Kulturlandschaft beeinflussen kann.

Für die Areale der Ökosysteme Nr. 21 und 22 ergibt sich als Fruchtfolge: Zuckerrüben (Bei Nr. 22 verstärkt Frühkartoffeln, eine örtliche Besonderheit) - Weizen - Wintergerste - Sommergerste - Raygras in fünfjährigem Turnus. Die letzten beiden Glieder dieses Zyklus können je nach Bedarf des Betriebes durch Gemenge, Hafer oder Roggen ersetzt oder untereinander vertauscht werden. Auch eine Verlängerung der Fruchtfolge auf sieben bis acht Jahre ist möglich, indem man nach dem Umbruch der mit Raygras bestellten Flächen noch einmal Wintergerste und schließlich Hafer und Roggen einbringt. Mitunter wird der Zyklus auch auf drei Jahre verkürzt, was dem starken Frühkartoffelanbau entgegenkommt. Es folgen dann auf Wintergerste und Raygras sogleich wieder Frühkartoffeln.

Auf den Ökotope des Ökosystems Nr. 25 und 26 wird hauptsächlich ein dreijähriger Turnus angewandt mit häufiger organischer Düngung. Im ersten Jahr folgen auf eine herbstliche Stallmistdüngung Frühkartoffeln (eventuell Futterrüben), dann Wintergerste (gelegentlich auch Weizen; doch sollte man diesen der geringen Erträge und der Ertragsunsicherheit wegen hier besser nicht anbauen), darauf im dritten Jahr Sommergerste,

Raygras, Hafer oder Roggen je nach Betriebslage.

Es muß aber vermerkt werden, daß es sich bei der Angabe der Fruchtfolge, bei den genannten und bei den folgenden Beispielen, nur um die Aufstellung von Regeln handelt, die von den Landwirten selten schematisch gehandhabt werden, da Ausnahmen und Abweichungen häufig sind. Die Landwirte geben zwar auf Fragen an, daß sie eine bestimmte Fruchtfolge einhalten und nennen die Reihenfolge. Ein Vergleich der Landnutzungskartierung von mehreren Jahren lehrt aber, daß diese Abfolge auf den einzelnen Parzellen nicht streng eingehalten wird; öfters kommt es vor, daß die Begrenzung der betreffenden Nutzungsparzelle geändert wird, sei es daß man von einer Anbaufrucht mehr oder weniger benötigt oder daß man beim Pflügen von Jahr zu Jahr oder ab und zu die Richtung ändert, indem man senkrecht zur Richtung des Vorjahres pflügt und bestellt.

Das nächste Beispiel (vgl. Abb. 14 B) erfaßt den östlichen Rand des Schaephuysener Höhenzuges und die daran sich anschließende **N i e d e r u n g** mit der Gesellschaft der **N a ß ö k o t o p e** sowie Teile der grundwasserbeeinflussten Ökotope. Am Fuße des Schaephuysener Höhenzuges tritt das Ökosystem Nr. 8 auf, das zwischen den grundwasserfeuchten Standorten und denen des Moränenwalles vermittelt. Zum Scheitel des Moränenwalles hin schließt sich zunächst ein flach geneigter Hang an, der von dem Wechselgefüge Nr. 22 gekennzeichnet wird. Auf den Arealen der beiden genannten Wirkungsgefüge konnte sich kolluviales Feinmaterial anhäufen, das von den höher gelegenen und steileren Partien abgeschwemmt wurde. Infolge dieses feinsubstanzreichen Bodenmaterials eignen sich beide Standorte, die sich nur durch die geringe Grundwasserbeeinflussung bei Ökosystem Nr. 8 voneinander unterscheiden, für den Anbau von anspruchsvollen Feldfrüchten. Der ökologischen Eignung entsprechend werden Zuckerrüben, Weizen und Wintergerste bevorzugt angebaut. Sie werden in einen verkürzten drei- oder in einen fünf- bis siebenjährigen Turnus eingegliedert. Höher zum Hang hinauf wird die kolluviale Feinmaterialdecke stetig geringer, und das Wirkungsgefüge des Typs Nr. 22 wandelt sich in das des Typs Nr. 25, für das die im vorigen Beispiel disku-

tierten Angaben wiederum Geltung haben.

Die Naßökotope und der größte Teil der grundwasserbeeinflußten Ökotope mit lehmigem Bodensubstrat (Ökosysteme Nr. 10 - 12) werden als Grünland, die bei gleichem Grundwasserflurabstand weniger feuchten Ökotope mit sandigem Bodensubstrat dagegen (Ökosysteme Nr. 7 - 9) werden bevorzugt als Baugrund oder als Ackerland genutzt. Bei dem Ökosystem Nr. 9 läßt sich ein dreijähriger Fruchtfolgezyklus ableiten, der Kartoffeln, Wintergerste und Sommergerste umschließt, wobei die Sommergerste ganz oder teilweise durch Raygras, Gemenge oder Roggen ersetzt werden kann. Gelegentlich wird der Fruchtfolgezyklus auch um ein Jahr verlängert.

Die Ökotopegesellschaft der s t a u w a s s e r b e e i n - f l u ß t e n Ö k o s y s t e m e wird im folgenden Beispiel (vgl. Abb. 14 C) beleuchtet. Diese Ökosysteme treten mit Ausnahme von Nr. 14 auf den N i e d e r t e r r a s s e n auf. In den Kendlniederungen findet man die Ökosysteme Nr. 4, 5, 8, 10 und 12. Sie werden ihrer Eignung entsprechend als Grünland genutzt. Auch das Ökosystem Nr. 14 zeigt wie Nr. 15, das Teile der Niederterrassenplatten einnimmt, größere Grünlandflächen.

Westlich des Köhrrahms-Grabens, also abseits der Bauernhöfe, werden die Flächen des Ökosystems Nr. 15 gleich denjenigen der übrigen Wirkungsgefüge innerhalb dieses Sektors als Ackerland genutzt. Die Fruchtfolge und die Anbauarten sind für alle stauwasserbeeinflußten Ökotope ähnlich. Auf Zuckerrüben - Futterrüben werden fast ausschließlich in schmalen Streifen rings um die Zuckerrübenfelder angelegt - folgen Weizen, Wintergerste und Sommergerste, die durch Raygras, Gemenge oder Hafer vertreten werden kann. Roggen und Kartoffeln fehlen in dem hier vierjährigen Turnus, weil sie den ökologischen Bedingungen nicht entsprechen.

Um die Anpassung an die ökologischen Verhältnisse zu verdeutlichen, wurden randlich kleine Abschnitte der Ökosysteme Nr. 9 und 23 angeschnitten, die auf Grund ihres sandigen Bodensubstrates ein anderes Wirkungsgefüge aufweisen. Sie heben sich deutlich in den Anbauarten als auch in der Fruchtfolge von den

behandelten ab: Kartoffeln, Futterrüben und Roggen werden dort in den drei- bis vierjährigen Fruchtfolgerhythmus eingliedert, während Zuckerrüben und Weizen fehlen und auch Wintergerste nur in geringem Umfang angebaut wird.

Abbildung 14 D zeigt einen Ausschnitt aus der Ökotopgesellschaft der *L e h m p l a t t e n*. Flächenmäßig dominiert das Ökosystem Nr. 20; lediglich die alluvialen Rinnen werden von den Ökotopten der Wirkungsgefüge Nr. 13 - 17 eingenommen. Diese werden traditionsgemäß als Grünland genutzt, obgleich die vorhandene Feuchtigkeit nicht mehr für einen optimalen Graswuchs ausreicht, weil diesen Standorten das Grundwasser entzogen wurde.

Auf den Ackerflächen läßt sich in der Regel eine fünf- bis siebenjährige Fruchtfolge ableiten. Nach dem Anbau von Hackfrucht, Zuckerrüben oder Futterrüben, werden die Parzellen mit Weizen, später mit Wintergerste, Sommergerste und schließlich mit Roggen bestellt, sofern man sich an einen fünfjährigen Turnus hält. Sommergerste und Roggen können durch Raygras, Hafer oder Gemenge vertauscht werden. Landwirte, die weniger Hackfrüchte anbauen, verlängern den Turnus häufig auf sieben Jahre, indem sie nach dem Raygrasanbau noch einmal Wintergerste und danach Roggen oder Hafer einsäen. Doch werden in dem gewählten Beispiel auch andere Abfolgen sichtbar, die andeuten, daß die Fruchtfolge besonders nach den ersten drei Gliedern immer wieder Abwandlungen erfährt.

Auf den Ökotopkomplexen der *s a n d i g e n P l a t t e n* und der *S a n d d e c k e n* (Abb. 14 E) sind vor allem die Ökosysteme Nr. 23 und 24 vertreten, die von Kiesgruben und einer schmalen Kendelrinne unterbrochen werden. Die landwirtschaftliche Nutzung zeigt ein vielgestaltiges Bild. In der alluvialen Rinne, die die Ökosysteme Nr. 13 und 17 enthält, kommt Weideland vor, das in der Nähe der vielen kleinen landwirtschaftlichen Betriebe sogar auf die Flugsanddecken übergreift. Diese Nutzung ist hier nach ökologischen Gesichtspunkten unangebracht, da die Standorte an Wassermangel leiden. Auf den Sandplatten fallen die vielen Gärtnereibetriebe auf, die aus dem Gewirr der kleinen Parzellen hervorstechen. Die

Parzellen selbst werden hauptsächlich mit wenig anspruchsvollen Feldfrüchten bestellt, wie es ihrer ökologischen Eignung entspricht. Selbst die Wintergerste erreicht nur geringe Flächenanteile. Als Fruchtfolge läßt sich für das Ökosystem Nr. 23 festhalten: Kartoffeln oder Futterrüben werden abgelöst von Wintergerste, Sommergerste und Roggen in einem drei- bis vierjährigen Turnus. Sommergerste und Roggen können wiederum durch Raygras, Gemenge oder Hafer ersetzt werden. Bei Ökosystem Nr. 24 zeigt sich in der Regel nur ein dreijähriger Zyklus, in dem Kartoffeln, Sommergerste und Roggen aufeinanderfolgen. Vielfach haben aber auch die hier anzutreffenden Kleinbetriebe gar keine geregelte Fruchtfolge, sondern nur einen unperiodischen Wechsel zwischen Sommergerste, Roggen und Kartoffeln, in den je nach Bedarf gelegentlich auch Wintergerste oder Raygras eingefügt werden können.

Bei einem *Ü b e r b l i c k* über das gesamte Untersuchungsgebiet läßt sich festhalten, daß auf dem Ackerland und in den grundwasserfeuchten Rinnen und Niederungen eine weitreichende Übereinstimmung zwischen der landwirtschaftlichen Nutzung und der jeweiligen ökologischen Ausstattung herrscht. Insbesondere prägen sich die stärkeren Unterschiede in der ökologischen Ausstattung, die z.B. durch Feucht oder Trocken, Lehm, Sand oder Torf, hohen oder niedrigen Nährstoffgehalt gekennzeichnet sind, deutlich in der Nutzungsweise und in der Fruchtfolge aus. Wie genau die *Ü b e r e i n s t i m m u n g* zwischen ökologischer Ausstattung und landwirtschaftlicher Nutzung und wie auffällig sie sein kann, verdeutlicht die Abb. 14 F, die die bei den vorausgegangenen Abbildungen gemachten Beobachtungen abrundet. Auf den Flugsanddecken in der Nähe des Balderbruchgrabens, die die Ökosysteme Nr. 23 und 24 tragen, werden die Felder mit Wintergerste, Sommergerste, Roggen und Kartoffeln oder Futterrüben bestellt, während Zuckerrüben- und Weizenflächen auf ihnen fehlen. Zuckerrüben und Weizen wurden in allen drei Kartierungsjahren nicht vorgefunden. Auf den stärker lehmigen Niederterrassenplatten dagegen, die infolge ihrer größeren wasserhaltenden Kraft und ihres höheren Nährstoffge-

haltes zu den Ökosystemen Nr. 20 - 22 gehören, treten sie gehäuft auf. Außer in der Wahl der Feldfruchtarten unterscheiden sich auch beide Bereiche in der Dauer des Fruchtfolgezyklus. Denn die für die landwirtschaftliche Nutzung besser geeigneten Standorte haben einen längeren Fruchtfolgerhythmus, nämlich einen solchen von fünf bis sieben Jahren, gegenüber einem von drei bis vier Jahren auf den weniger günstigen Standorten.

Andererseits gibt es im Untersuchungsgebiet Abschnitte, bei denen keine gute Anpassung an die ökologischen Verhältnisse besteht. Doch beschränken sich diese **A u s n a h m e n** innerhalb der Ackerfluren auf den Niederterrassenplatten lediglich auf kleine Areale. Allein bei Grünland und Forstnutzung nehmen sie größere Ausmaße an. Hinsichtlich des Feinheitsgrades der Anpassung kann man feststellen, daß die kleinflächigen ökologischen Differenzierungen, die nur wenige Hektar groß sind, ebenso wie die feinen Abstufungen im ökologischen Wechselwirkungsgefüge bei der gegenwärtigen Tendenz zu großflächiger Bewirtschaftung weitgehend unbeachtet bleiben, so daß hauptsächlich eine Anpassung der landwirtschaftlichen Nutzung bis hinab zu kleinen Ökosystemkomplexen resultiert, die aus Ökotope bestehen, welche auf der Abstraktionsebene der Ökosystemfamilie miteinander verwandt sind. Mitunter heben sich auch die Areale der Ökosystemgattungen bereits in der landwirtschaftlichen Nutzung und im Anbau voneinander ab. Dieser Grad der Anpassung reicht bei der gegenwärtigen Praxis der Landnutzung und Betriebsführung aus.

Mit dieser Feststellung läßt sich aber keineswegs die Ansicht rechtfertigen, daß man bei der ökologischen Erkundung eines Erdabschnittes ebenfalls nur bis zu jenen kleinen Ökotopekomplexen vordringen sollte, da kleinere Einheiten für die Praxis wenig Bedeutung haben. Denn es ist nur schwer möglich, jene größeren Einheiten im Gelände direkt zu ermitteln, wenn man nicht zuvor die untersten Einheiten, aus denen sie sich zusammensetzen, aufgesucht hat. Im Gelände direkt kartierbar sind nur die Ökotope mit ihrem ökologisch einheitlichen Kräfte-spiel, während alle höheren Einheiten Abstraktionen auf ver-

schiedenen Ebenen darstellen, die jeweils durch Zusammenfassungen gebildet werden. Wählt man die Komplexe als unterste Kartierungseinheit, so kann es leicht zu Fehlbeurteilungen kommen. Insbesondere bilden morphologisch-geologische Kriterien keine sicheren Anhaltspunkte für eine Abgrenzung solcher Komplexe. Denn die "topographisch-ökologischen Komplexe", die Paffen (1953) auf Grund derartiger Kriterien herausarbeitete, erfahren im Untersuchungsgebiet, sofern sie sich im Hinblick auf die hier dargelegten Gesichtspunkte in größerem Maße als ökologisch uneinheitlich erweisen, auch eine unterschiedliche landwirtschaftliche Nutzung und unterscheiden sich in der Fruchtfolge. Dies wurde in der Abbildung 14 A für den Schaephuysener Höhenzug deutlich und in den übrigen Sektorendarstellungen (Abb. 14 B - F) für die Mesoreliefenheit bzw. Landschaftszelle "Donkenplatte"

Durch die weitgehende Übereinstimmung, die zwischen den ökologischen Einheiten und den Hauptausdrucksformen der Agrarlandschaft gefunden werden konnte, erwiesen sich die im ersten Teil der Arbeit herausgestellten Kriterien zur Beurteilung der ökologischen Ausstattung eines Raumes auch als wertvoll für die Erforschung der Agrarlandschaft dieses Raumes.

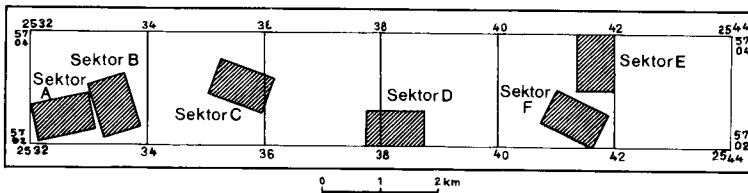


Abb. 7: Lage der Ausschnitte der Nutzungskartierung
(Abb. 14 A - F. Beil. 7)

II. Anpassung an sich wandelnde ökologische Bedingungen

Die ökologischen Bedingungen haben sich im Moerser Land in den letzten fünfzig bis sechzig Jahren beträchtlich verändert. Die Grundzüge dieser Wandlungen wurden bei der Darlegung der natürlichen Ausstattung des Moerser Landes bereits erörtert und in ihrem ursächlichen Zusammenhang angedeutet. Die Auswirkungen dieser Veränderungen waren auf den verschiedenen Standorten und für die einzelnen Ausdrucksformen der Agrarlandschaft ungleich schwerwiegend.

Die wenig variablen Ausdrucksformen der Agrarlandschaft wie z.B. die landwirtschaftliche Siedlung, die Parzellenaufteilung und das Wegenetz sind von dem Wandel weniger betroffen, weil sie sich entweder als unabhängig von den Veränderungen im ökologischen Gefüge erwiesen oder weil man inzwischen gelernt hatte, durch technische Hilfsmittel - wie z.B. Anlage von Wasserleitungen, von elektrischen Saugpumpen oder Einführung der Betonbauweise - sich von der ökologischen Ausstattung freizumachen.

Bei den leicht veränderlichen Ausdrucksformen der Agrarlandschaft, der landwirtschaftlichen Nutzung und den Anbauverhältnissen, konnte im vorausgegangenen Kapitel hinsichtlich der **A c k e r n u t z u n g** auf den Niederterrassenplatten und der **W e i d e n u t z u n g** in den heute noch grundwasserfeuchten Niederungen und Kendelrinnen eine gute Übereinstimmung mit den jeweiligen ökologischen Gegebenheiten aufgezeigt werden. Allerdings waren auch bei diesen Nutzflächen und ihren Nutzungsarten bislang keine tiefgreifenden Anpassungen an sich wandelnde ökologische Bedingungen erforderlich, da sich ihre ökologische Ausstattung entweder nur geringfügig veränderte oder die Art der landwirtschaftlichen Nutzung trotz der eingetretenen Veränderungen in der früher geübten Weise ohne Schaden bzw. mit noch größerem Gewinn beibehalten werden konnte. Denn für die Acker- und die Grünlandnutzung haben sich die Verhältnisse auf den einst zu feuchten Standorten, wie sie im westlichen Abschnitt des Profilstreifens auftreten, eher verbessert als verschlechtert.

Inwieweit erfolgte aber eine Anpassung auf jenen Flächen, deren Nutzungsweise infolge der eingetretenen Veränderungen im ökologischen Gefüge eine neue Ausrichtung notwendig machte, etwa bei der Forst- und Grünlandnutzung?

Für die größeren Waldungen im Gebiet von Vluynbusch und am Littardschen Kendel, die zum Staatsforst Xanten gehören, wurde in den fünfziger Jahren dieses Jahrhunderts eine Standorterkundung durchgeführt und in dem neuen "Forsteinrichtungswerk" kartographisch festgehalten und ausgewertet. Als Ergebnis liegt heute eine Karte vor, in der die künftigen Betriebsziele fixiert werden. Diese berücksichtigen durch die Wahl der Baumarten (Stieleiche, Buche, Roteiche und Kiefer) die neuen ökologischen Bedingungen. Auf diese Weise hat die staatliche Forstverwaltung durch die Wahl von Baumarten, die nicht mehr auf einen hohen Grundwasserstand angewiesen sind, für die künftige Aufforstung eine klare Anpassung an die neuen ökologischen Gegebenheiten vorgenommen. Bei den Waldungen in Privatbesitz läßt jedoch, wie es Beobachtungen an den gegenwärtigen Beständen und an Neuaufforstungen zeigen, die Neuorientierung an den veränderten ökologischen Bedingungen zu wünschen übrig. Insbesondere sind die Neuaufforstungen mit Fichten abzulehnen, da diese Bäume nicht den ökologischen Bedingungen entsprechen.

Was die Grünlandflächen anbelangt, so klagen die Landwirte über Ertragsminderungen. Denn manche Parzellen sind infolge von Bergsenkungen überflutet, andere dagegen durch den Entzug des Grundwassers für eine optimale Beweidung unbrauchbar geworden. In beiden Fällen fordern die Landwirte Schadenersatz und schnelle Besserung dieses Zustandes. Eine mutige Anpassung an die neuen ökologischen Gegebenheiten haben bisher nur wenige Landwirte vorgenommen. Nur an einigen Stellen wurde damit begonnen, die infolge des Grundwasserrückganges für die Weidenutzung unrentablen Parzellen in den Kendelniederungen in Ackerland umzubringen, wie z.B. am Balderbruchgraben und in der Moersbachniederung. Man muß anerkennen, daß derartige Schritte

schwerfallen, da die hohen steilen Böschungen oftmals hinderlich sind für eine Überackerung. Zumeist aber fehlen neue günstigere Grünlandstandorte, so daß die Aufgabe der bisherigen Grünlandparzellen Änderungen in der gewohnten Betriebsstruktur nach sich ziehen und ein gewisses Risiko bedingen würde. Hier sollten jedoch die landwirtschaftliche Beratung und die Hilfsmaßnahmen aus Mitteln des Grünen Planes einsetzen, indem sie neue Möglichkeiten aufzeigen und die Umstrukturierung erleichtern. Denn auf die Dauer kann ein landwirtschaftlicher Betrieb bei der heutigen Konkurrenz nicht mit unproduktivem Weideland operieren.

Auch von den verschiedenen Planungsgremien, den Städteplanern, Architekten und Wasserwirtschaftlern und auch von jedem einzelnen Bewohner ist eine Anpassung an die veränderten ökologischen Bedingungen erforderlich. Während man früher großzügig mit der Wassermenge, die im Überschuß vorhanden war, umgehen konnte, sollten heute alle bemüht sein, den Grundwasservorrat, der bei dem zur Zeit enormen Wasserverbrauch stark gefährdet ist, möglichst rein zu erhalten und nicht stärker absinken zu lassen. Der einzelne sollte Verständnis dafür aufbringen, daß man gegenwärtig nicht mehr jede kleine noch zu feuchte Stelle entwässern kann, weil dadurch auf die Dauer auch großflächig der Wasserspiegel sinkt und zudem oftmals größere zur Zeit noch günstige Weidestandorte auf benachbartem Grund dann für die Weidewirtschaft ungünstiger werden.

III. Bessere Ausnutzung des ökologischen Potentials

Auf Grund der Kenntnis der ökologischen Gegebenheiten und der Anforderungen, die die einzelnen Nutzungs- bzw. Anbauarten an sie stellen, lassen sich V o r s c h l ä g e machen, welche Maßnahmen zu einer optimalen Ausnutzung der gegebenen Standorte führen. Bei diesen Vorschlägen werden die derzeitige Marktlage, die Agrarpolitik und die Betriebsstruktur bewußt ausgeklammert, und es wird nur eine Abhängigkeit der Produktion von den ökologischen Bedingungen angenommen. Ein derartiges Vorgehen wird von der geringen Ausdehnung des Untersuchungsgebietes begünstigt, weil dort die genannten Wirtschaftsfaktoren tatsächlich auch weitgehend konstant sind.

Grünland sollte lediglich auf den Ökotopeu angelegt werden, bei denen der G r u n d w a s s e r s p i e g e l im sommerlichen Mittel zwischen 0,60 m und 1,30 m unter der Oberfläche liegt (vgl. Meisel, 1960, S. 96), also auf den Standorten mit den Ökosystemen Nr. 5, 7, 8, 10 und 11 oder auf solchen Standorten, die über ausreichende wasserhaltende Kraft verfügen, wie z.B. diejenigen mit den Ökosystemen Nr. 13, 14 und in etwas geringerem Maße noch die der Ökosysteme Nr. 12 und 15, bei denen die durchschnittlichen Niederschläge bei guter Pflege ausreichen, um einen kontinuierlichen Nachwuchs der abgebissenen oder gemähten Grasdecke zu gewährleisten.

Für die Beurteilung der Grünlandfähigkeit eignen sich in Verbindung mit anderen Beobachtungen B o d e n f e u c h t e - m e s s u n g e n , die die Abnahme der Bodenfeuchte in einer bestimmten Zeiteinheit während einer niederschlagsfreien Periode zeigen. Es sei hier auf Abb. 15 (Beilage 8) verwiesen, die die mittlere Abnahme der Bodenfeuchte für verschiedene Ökosystemtypen angibt. Der Ökosystemtyp Nr. 1 erweist sich nach diesen Messungen (vgl. Abb. 15 a) und ergänzenden qualitativen Beobachtungen als zu feucht für die Grünlandnutzung. Die für den Ökosystemtyp Nr. 2 gemessenen Bodenfeuchtwerte liegen ebenfalls noch sehr hoch, so daß für seine Ökotope auf

Grund des hohen Feuchtigkeitsangebotes besonders in niederschlagsreichen Jahren eine nur verminderte Grünlanddeignung angenommen werden kann. Soweit diese Standorte bereits Grünland tragen, sollten sie allein der Wiesennutzung vorbehalten bleiben, da das Weidevieh infolge des lockeren torfigen Untergrundes die Grasnarbe leicht verletzt, indem es sie besonders nach stärkeren Regenfällen zertritt. Grundwasserabsenkungen, die zwar für eine optimale Nutzung zu empfehlen wären, sollten dennoch möglichst vermieden werden, weil dadurch größere benachbarte Weideflächen mit zur Zeit noch günstigem Grundwasserflurabstand in Mitleidenschaft gezogen werden. Lediglich eine bessere Ableitung des überschüssigen Oberflächenwassers durch Abzugsgräben ist zu empfehlen. Eine gewisse Verringerung der Feuchtigkeit könnte man ferner durch eine Intensivierung der Nutzung erreichen, da sich durch die Beschleunigung und die Vergrößerung der Pflanzenproduktion auch der Wasserverbrauch steigern und der Futterwert durch gleichzeitige Verbesserung der Pflege und der Düngergaben erhöhen läßt. Falls diese Maßnahmen zu aufwendig erscheinen, sollte man eine Aufforstung mit Pappeln, Erlen, Eschen oder Ulmen vornehmen. Eine Auffüllung dieser Standorte mit sandigem Bodensubstrat zum Zwecke der Verringerung der Feuchtigkeit ist nicht zu empfehlen, es sei denn, man wolle Bauland gewinnen. Denn auf diese Weise wird oftmals nur in der nahen Zukunft ein Erfolg erzielt. Sollte der Grundwasserspiegel später sinken, so wird, wie es das Ökosystem Nr. 6 gegenwärtig zeigt, die Grünlandnutzung durch diese Sandauflage stark beeinträchtigt, und bei noch stärkerem Wasserentzug wird selbst die Ackernutzung infolge des leicht durchlässigen, nährstoffarmen Aufschüttungsmaterials weniger rentabel.

Die kleinen Flächen der Ökosysteme Nr. 1, 3 und 4, die zumeist in Vertiefungen der Kendelrinnen und Niederungen anzutreffen sind, so daß sie sich infolge des überreichen Wasserangebotes nicht für die Grünlandnutzung eignen, sollten aus den oben bereits erläuterten Gründen gleichfalls nicht künstlich entwässert werden, weil dadurch auf längere Sicht mehr Schaden ange richtet wird, als diese kleinen Stellen einbringen. Man sollte

sie entweder weiterhin als geringwertiges Wiesenland bestehen lassen oder sie bewußt als kleine *R e s e r v a t e* ansehen, die dem natürlichen Baumbewuchs vorbehalten bleiben. Auf diese Weise könnte man das Landschaftsbild abwechslungsreicher gestalten und auch Vögeln und anderem Kleingetier Nistgelegenheit und Unterschlupf bieten. Daher kommt diesen Standorten vom Standpunkt der Landschaftssanierung und des Landschaftsschutzes ein gewisser Wert zu, den die Erholungssuchenden der nahen Ballungsräume nach Arbeitsschluß oder am Wochenende schätzen würden.

Von den in Abb. 15 a durch Bodenfeuchtemessungen gekennzeichneten Ökosystemtypen deuten allein die Standorte mit den Wirkungsgefügen Nr. 10, 13 und 14 auf eine günstige Wasserversorgung bei Grünlandnutzung hin. Die Ökosystemtypen Nr. 12 und 15 zeigen in der einmonatigen niederschlagsfreien Zeit, in der die Messungen vorgenommen wurden, bereits ein starkes Absinken der Bodenfeuchte. Ihre Standorte liegen bei optimaler Nutzung an der *u n t e r e n G r e n z e* der *G r ü n - l a n d e i g n u n g*. Denn in längeren Trockenperioden stellen sich bei ihnen Ertragsminderungen ein, da die Pflanzen hier nicht auf das Grundwasser zurückgreifen können, und der gespeicherte Wasservorrat zu ihrer Versorgung nicht mehr ausreicht. In Normaljahren oder in feuchten Vegetationsperioden hingegen genügen die Niederschläge und die Wasserreserven des Bodens für einen raschen Nachwuchs des Grases, so daß diese Ökotope dann eine mehrmalige Mahd oder Beweidung zulassen. Noch niedrigere Bodenfeuchtwerte erreichen die Ökosystemtypen Nr. 17, 18 und 20 bei der Grünlandnutzung. Ihre Feuchtigkeitswerte nähern sich bereits stark denjenigen des Typs Nr. 24, der auf Grund vieler Indizien (Beobachtungen an den Pflanzengesellschaften, Beachtung des Nachwuchses, Aussagen von Landwirten usw.) für die Grünlandnutzung eindeutig als zu trocken und damit als ungeeignet gilt. Ökotope mit den genannten Wirkungsgefügen sollten daher möglichst nicht mehr als Wiesen oder Weiden genutzt werden. Der Ökosystemtyp Nr. 7 läßt auf Abb. 15 a Feuchtigkeitswerte erkennen, die denen von Typ Nr. 18 oder 20 gleichen. Seine geringe Wasserspeicherfähig-

keit und schnelle Abnahme des Wasservorrates im Oberboden ist infolge seines grobkörnigen Bodensubstrates verständlich. Dennoch eignen sich seine Standorte bei guter Düngung für eine intensive Grünlandnutzung, weil die Pflanzenwurzeln hier auf das nahe Grundwasser zurückgreifen können. Auf den Standorten des Ökosystemtyps Nr. 8, für das keine Bodenfeuchtemessungen vorliegen, herrschen, wenn auch mit gewissen Abschwächungen, ähnliche Bedingungen wie bei Typ Nr. 7. Auch sie eignen sich noch zur Grünlandnutzung, können aber auch mit Erfolg als Ackerland Verwendung finden. In regenarmen Jahren läßt der Graswuchs auf diesen Standorten zu wünschen übrig, weil die Pflanzenwurzeln dann den schmalen Kapillarsaum über dem sinkenden Grundwasserspiegel nicht mehr erreichen. Die Ökotope der Ökosysteme Nr. 9, 21 bis 26, bei denen die Sandkomponente stärker an Bedeutung gewinnt, sollten nicht als Grünland genutzt werden, da der Grundwassereinfluß bzw. die wasserhaltende Kraft (vgl. Abb. 15 b) bei ihnen zu gering ist. Bei den Standorten der Wirkungsgefüge Nr. 20, 17 und 16 nimmt die wasserhaltende Kraft zwar zu, wie Abb. 15 b zeigt, doch reicht die Feuchtigkeit auch hier noch nicht zu optimaler Beweidung aus. Auch auf der Wasserstufenkarte von Meisel (1955) werden diese Flächen auf Grund der Ausbildung ihrer Pflanzengesellschaften als Areale ausgesondert, die bei Weidenutzung geringen Wassermangel haben; sie sollten der Ackernutzung vorbehalten bleiben. Auf den stark wechselfeuchten Standorten der Ökosysteme 18 und 19, die hauptsächlich im Winterhalbjahr eine Feuchtphase zeigen, ist Ackernutzung möglich, wenn man Sommerfrüchte, Futterrüben, Sommerweizen, Sommergerste und Hafer bevorzugt, oder es ist eine Aufforstung vorzuschlagen. Wo bei diesen Standorten die Stausohle wenigstens 6 dm unter Flur liegt, wäre eine Drainage und spätere Ackernutzung in Erwägung zu ziehen.

Für die bereits a c k e r b a u l i c h genutzten Standorte lassen sich nur wenige Empfehlungen geben, da hier eine weitgehende Übereinstimmung mit den ökologischen Gegebenheiten vorgefunden wurde. Doch könnten z.B. die Flächen der Ökosysteme Nr. 23 - 26, die gegenüber denjenigen der Ökosysteme Nr. 16,

17, 20 - 22 zur Erzielung gleicher Erträge höhere Düngergaben erfordern und eine geringere Ertragssicherheit gewähren, der Aufforstung mit Buchen, Eichen oder Kiefern überlassen werden. Zumindest sollte man auf diesen Standorten den Anbau von Weizen und Zuckerrüben unterlassen und sie mit Kartoffeln, Futterrüben, Gerste und Roggen bestellen. Bei den Ökotypen mit den Ökosystemtypen Nr. 15, 16 und 20 hingegen ließe sich der Anbau von Weizen, Hafer und Klee intensivieren.

Die schwach bis mäßig geneigten Hänge auf dem S c h a e p h u y s e n e r H ö h e n z u g mit den Ökosystemen Nr. 22, 25 und 26 bedürfen beim Pflügen und Bestellen besonderer Vorsicht. Zwar eignen sich ihre Böden aus schluffreichem Feinsand vorzüglich für den Anbau von Kartoffeln und Rüben; doch verstärkt gerade dieser Hackfruchtanbau die E r o s i o n s - g e f a h r , da der Boden bei dieser Nutzungsweise weniger bedeckt ist, so daß die "Spritz- und Planschwirkung" (Scheffer-Schachtschabel, 1966, S. 370 f), ausgelöst durch die auf den Boden aufschlagenden Regentropfen, die Bodenerosion stark fördern. Auf keinen Fall dürfen diese Parzellen senkrecht zu den Höhenlinien gepflügt und zu gleich mit Rüben oder Kartoffeln bestellt werden, da in diesem Falle, wie es vereinzelt beobachtet werden konnte, die Furchen bei stärkeren Regenfällen sich schnell in tiefe Erosionsrillen bzw. -gräben verwandeln. Selbst bei Bearbeitung und Bestellung parallel zu den Höhenlinien zeugen fast alljährlich die großen Mengen von Feinmaterial, die nach stärkeren Regenfällen die Straße am Fuße des Schaephuysener Höhenzuges bedecken, von der Gefahr der Abtragung und der allmählichen Kappung des Bodenprofils am Oberhang und der kolluvialen Erhöhung am Unterhang oder in Verflachungen. Man sollte daher auch auf den schwach geneigten Hängen des Ökosystems Nr. 22 die Parzellenbreite in der Hangrichtung soweit verringern, daß sie die für die Erosion kritische Grenze, die nach den Untersuchungen von Hempel (1963) zwischen 80 - 120 m liegt, nicht überschreiten. An den über 4 Grad geneigten Flächen des Ökosystems Nr. 25 sind Schutzmaßnahmen zur Bekämpfung der Bodenerosion unumgänglich, etwa Terrassierung, Zwischenschaltung von begrün-

ten oder bewaldeten Schutzstreifen, Anlage von Wasserfangfurchen, langdauernde Bodenbedeckung, Bevorzugung von Gras- (Raygras) oder Halmfruchtanbau (Wintergetreide) vor Hackfrucht und Aufforstung der gefährdetsten Abschnitte.

Die K u p p e n des Stauchmoränenwalles mit dem Ökosystem Nr. 26 würden am besten aufgeforstet, da sie sich wenig für den landwirtschaftlichen Anbau eignen. Was die Forstnutzung innerhalb des Untersuchungsgebietes anbelangt, so sollten die wenigen größeren Forstschläge aus Gründen des Landschafts- und Wasserschutzes und des Erholungswertes unbedingt erhalten werden. Für die Flächen des Staatsforstes Xanten sind die nach der Standorterkundung festgelegten Betriebsziele, die die Einbringung von geeigneten Laubholzarten vorsehen, zu bejahen und für die Waldungen in Privatbesitz zur Nachahmung zu empfehlen. Eine Aufforstung mit Fichten ist im ganzen Untersuchungsgebiet nicht zu befürworten, da sich die klimatischen Bedingungen am Niederrhein nicht für das Wachstum dieser Baumart eignen: Sie werden frühzeitig rotfaul und bringen nicht die erhofften Erträge, verschlechtern andererseits aber die Standorte, weil sie die Pseudovergleyung und die Podsolierung fördern, so daß die betroffenen Areale besonders bei einem Fichtenanbau in der zweiten Generation stark degradiert werden.

Im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes, der sehr arm an Waldungen ist, ließe sich die Waldfläche durch Aufforstung der wenig ertragreichen Flugsanddecken und der Dünen vermehren. Auch die mit Waschbergen oder mit Müll aufgefüllten ehemaligen Kiesgruben, die gerade im östlichen Abschnitt des Untersuchungsgebietes häufig sind, könnten an Stelle einer Rekultivierung zu Ackerland besser aufgeforstet werden, da die Rekultivierungsflächen bei späterer Ackernutzung meistens viele Mängel zeigen. Manche dieser Sandökotope oder der ehemaligen Kiesgruben könnten ganz oder wenigstens teilweise als Baugrund freigegeben werden. Auf diese Weise ließe sich zweifellos ein Übergreifen der Bautätigkeit auf gute Ackerstandorte der Ökosysteme Nr. 20 - 22 vermeiden, wie es in Neukirchen (und auch in benachbarten Orten) zu beobachten ist, obwohl in

unmittelbarer Nähe des nunmehr bebauten guten Ackerlandes Flächen zur Verfügung stehen, die sich wenig für die landwirtschaftliche Nutzung eignen, aber vorzügliches Baugelände abgäben. In gleicher Weise brauchten die Trassen von Autobahnen oder Umgehungsstraßen ²⁾ - ein für den Raum zwischen Moers und Neukirchen innerhalb des Untersuchungsgebietes zur Zeit akutes Problem - nicht über bestes Ackerland, z.B. die Flächen des Ökosystems Nr. 21, geführt zu werden, wenn in der Nachbarschaft landwirtschaftlich weniger geeignete Flächen mit den Ökosystemen Nr. 23 und 24 vorhanden sind und eine derartige Linienführung ohne größere Schwierigkeiten ebenfalls möglich wäre. Derartige wenig ausgewogene Planungen bzw. Entscheidungen würden vermieden, wenn Landes-, Landschafts- und Städteplaner, Architekten und Bauingenieure der verschiedensten Fachrichtungen die ökologischen Bedingungen der betreffenden Flächen mit in das Faktorenbündel aufnahmen, das sie bei ihren Projekten und Entscheidungen berücksichtigen. Bei dieser Forderung wird keineswegs eine Kalkulation, die auf möglichst großen Gewinn oder Erfolg abzielt, ausgeschlossen, sondern es wird nur betont, daß man insbesondere in der großflächigen Raumplanung neben dem Gewinn im nächsten Augenblick auch an die Folgen und gegebenenfalls an die Verluste in der Zukunft denken sollte.

IV. Integration der Ökotope in der Kulturlandschaft

Zwischen den Hauptausdrucksformen der Agrarlandschaft und den ökologischen Differenzierungen konnte im Untersuchungsgebiet eine gegenseitige Zuordnung erkannt werden. Dieser Zuordnung bei der rein qualitativen Analyse entspricht bei einer areal-kundlichen Betrachtung eine Relation auf der Ebene der natur- und kulturräumlichen Einheiten. In dem Profilstreifen stehen den herausgestellten vier naturräumlichen Einheiten, dem Schaephuysener Stauchmoränenwall, dem Littard-Bruchgebiet, den Neukirchener Lehmplatten und den Moerser Sanddecken, die von einigen Kendelniederungen durchbrochen werden, vier annähernd gleich abgegrenzte kulturräumliche Einheiten gegenüber, die sich durch ihre Differenzierungen in den Hauptausdrucksformen zu erkennen geben: die Ackerflur am Moränenwall, das Grünland- und Waldgebiet zwischen Rheurdt und Vluynbusch, das Wittfeld mit seinen weiten, fruchtbaren Ackerflächen und das vielgestaltige unruhige, für die landwirtschaftliche Nutzung weniger geeignete Gebiet in unmittelbarer Umgebung und östlich des Balderbruchgrabens, das sich durch seinen Kies- und Sandabbau sowie durch seine starke Aufsiedlung auszeichnet.

Durch die Zusammenschau der natur- und der kulturräumlichen Differenzierungen erreicht man die Ebene der Kulturlandschaft, da diese die Gesamtheit der landschaftsbildenden Faktoren umschließt. Auch auf dieser Ebene schälen sich innerhalb des Untersuchungsgebietes infolge der Kongruenz der räumlichen Einheiten, die sich bei der isolierten Betrachtung der natur- bzw. der kulturbedingten Teilaspekte ergeben, **v i e r R a u m g e s t a l t e n** heraus, die einen jeweils einheitlichen Gesamtausdruck zeigen und sich voneinander deutlich unterscheiden lassen.

Diese vier Raumgestalten werden im folgenden dargestellt, und es wird versucht aufzuzeigen, welche Stellung die Ökotope bzw. die Ökosysteme in ihnen einnehmen, um auf diese Weise die eingangs gestellte Frage nach der Korrelation zwischen den natur-

und kulturbedingten Faktoren in der gegenwärtigen Kulturlandschaft für das Untersuchungsgebiet zu beantworten.

1. Die erste der vier Raumgestalten nimmt die Westflanke des Profilstreifens ein. Durch ihre Reliefform hebt sie sich bereits wallartig aus dem ringsum flachen Sedimentfächer des Rheines auffällig ab, zeigt aber auch in ökologischer Sicht eine ausgeprägte Eigenheit: Der Grundwasserspiegel liegt viele Meter unter der Oberfläche, die auftreffenden Niederschläge fließen entweder rasch oberflächlich ab oder sie versickern in dem porenreichen Bodensubstrat und treten erst am Fuße des Walles, wo sie auf den Grundwasserspiegel stoßen, als Hang- oder Druckwasser wieder aus. Diese von der Natur gegebenen Bedingungen ließen in früherer Zeit auf dem Moränenwall infolge der Wasserferne keine Ansiedlung von Bauernhöfen zu und gestatten auch heute lediglich Forst- oder Acker-, nicht dagegen Grünlandnutzung, die größere Feuchtigkeit voraussetzt. Der ökologischen Ausstattung paßte sich die ehemalige Waldhufenstruktur der Siedlungsanlagen am Fuße des Moränenwalles an: Man baute die Höfe an der Nahtstelle zwischen Feucht und Trocken, dort, wo eine leichte Wasserversorgung für Mensch und Tier gewährleistet war, und legte die Hufen zu beiden Seiten des Gehöftes an, so daß sie sich als schmale Streifen von der feuchten Niederung, die Weideland bot, auf den Hang hinauf erstreckten, der sich für die Ackernutzung eignete. Aber die von der ökologischen Ausstattung vorgezeichnete Ausrichtung der Hufen hatte verschiedene Konsequenzen. Denn dadurch, daß sie ihre Längserstreckung senkrecht zu den Höhenlinien nahmen, mußten auch die Wirtschaftswege in der gleichen Richtung angeordnet werden. Hierdurch konnte die Erosion, die noch durch das Löß-Sand-Material des Bodens begünstigt wurde, stark angreifen und in verhältnismäßig kurzer Zeit, nämlich seit der Rodung, tiefe Hohlwege in den Hang eingraben und den Wall in zahlreiche annähernd gleich große Abschnitte gliedern ³⁾. Aber auch auf den Ackerparzellen wirkte die Erosion, indem sie immer wieder den mit Humusstoffen angereicherten lockeren Boden abspülte, so

daß der ehemals dünne Löß-Sand-Schleier an besonders gefährdeten Stellen bereits völlig erodiert wurde und gekappte Bodenprofile aus skelettreichem und wenig nährstoffreichem Bodensubstrat übrig bleiben, die heute für die Ackernutzung unrentabel sind und dem Waldanflug überlassen werden.

Die Landwirte wurden von den durch die Rodung geweckten Kräften gezwungen, die Bearbeitung und Bestellung ihrer Hufen nicht mehr in der Längsrichtung, sondern quer dazu, d.h. höhenlinienparallel vorzunehmen, um auf diese Weise die Bodenabtragung zu verringern. Diese Umstrukturierung bedeutete allerdings für sie einen Nachteil, weil die dadurch bedingte geringe Länge der Furchen bei der Bearbeitung und Bestellung der Felder ein häufiges Wenden mit sich brachte. Doch erwiesen sich die einmal festgelegte Hufenbreite und die tief eingeschnittenen Hohlwege als sehr stabil, da sie bislang jede Neuaufteilung in große Parzellen, deren Längserstreckung in Richtung der Höhenlinien verläuft, verhinderten. Selbst bei der Flurbereinigung, die in den sechziger Jahren dieses Jahrhunderts durchgeführt wurde, gaben sie die Leitlinien für die Neugliederung ab. Für das heutige Landschaftsbild ergibt sich hieraus die Tatsache, daß die Ostflanke des Moränenwalles in viele annähernd gleich lange höhenlinienparallel verlaufende Parzellen aufgeteilt ist, die maximal von Hohlweg zu Hohlweg reichen. Lediglich die Breite der Parzellen variiert. Aber auch diese wird von dem Neigungswinkel der Böschung vorgeschrieben, weil sie mit zunehmender Steilheit verringert werden muß. Setzt man sich über diese erforderliche Anpassung an die natürliche Ausstattung hinweg und unterläßt man auch sonstige geeignete Maßnahmen zur Bekämpfung der Bodenerosion, so muß man Ertragsminderungen und starke Degradationen seiner Parzellen in Kauf nehmen.

Die von der Rodung ausgelöste Erosion bewirkte ferner die gegenwärtig zu beobachtende stark unterschiedliche ökologische Ausstattung einzelner Abschnitte innerhalb des ehemals viel einheitlicheren Walles. Denn sie gab den Anlaß zur Bildung der erodierten nährstoffarmen Kuppen und steileren Böschungen (Ökotop Nr. 25 und 26), die heute der Aufforstung überlassen

werden. Und sie gab Anlaß, daß auf den Verflachungen und am Fuße des Moränenwalles Anhäufungen von Feinmaterial entstanden (Ökosysteme Nr. 21 und 22), auf denen Zuckerrüben und Weizen angebaut werden können.

Nur wenn man das Zusammenspiel der kultur- und der naturbedingten Faktoren beachtet, kann man die gegenwärtige Gestalt der Kulturlandschaft verstehen und eine Erklärung für das Nebeneinander derartig verschiedener Ökotope finden, die bei einer Blickrichtung, die nur auf die ökologische Ausstattung achtet, als nicht miteinander verwandt erscheinen mußten.

2. Eine ganz anders geartete Raumgestalt zeigt dagegen die östlich angrenzende Klei n l a n d - s c h a f t : Hier dehnen sich jenseits der Gehöftreihe am Fuße des Stauchmoränenwalles in den weiten schwach konkaven Niederungen und auf den grundwasserfeuchten ebenen Niederterrassenplatten Grünlandflächen aus, die von größeren Waldungen abgelöst werden. Ackerland sieht man hier selten. Erst östlich der Waldungen erreicht es wieder stärkeren Umfang. Doch auch dort zeigen die im Winter und im zeitigen Frühjahr häufig unbestellten Parzellen an der fahlgrauen Reduktionsfärbung ihres Bodens und durch den verstärkten Sommergetreideanbau, daß der Wassereinfluß noch beträchtlich ist. Die Kende lb ä c h e und die künstlichen Entwässerungsgräben dieser Klei n l a n d s c h a f t führen meistens das ganze Jahr über Wasser; in den Teichen, den sogenannten Kühlen, die durch ehemalige Torf- oder "Grieserd" -gewinnung entstanden sind, blühen Seerosen (*Nymphaea alba*), randlich gedeihen Schilfbüschel, die von Er-len und schließlich von Stieleichen abgelöst werden. Nach stärkeren Regenfällen zertritt das Weidevieh in manchen Parzellen infolge des weichen Untergrundes die Grasnarbe. Hin und wieder bilden sich durch das austretende Grundwasser oder die gehemmte Perkolation Wasserlachen. Grünland und Forstparzellen zeigen eine regelmäßige rechtwinkelige Anordnung, die auch von den Wegen eingehalten wird. Diese sind vielfach zum Schutz gegen die Feuchtigkeit auch dammartig erhöht. Die landwirtschaftlichen Betriebe liegen am Übergang der Niederungen zu den Niederterrassenplatten, wodurch sich trotz der

Einzelhofstruktur einige lockere Reihungen entlang der Kendelbäche ergeben.

Insgesamt fügen sich in dem Kernraum dieser Kleinlandschaft alle wirkenden Landschaftsfaktoren zu einer Raumgestalt von großer Einheitlichkeit und Stabilität zusammen, die durch das enge Zusammenwirken der natur- und kulturbedingten Faktoren möglich wird.

3. Vergewärtigt man sich nunmehr die Gestalt der Kleinlandschaft an der östlichen Flanke des Untersuchungsgebietes, so wird der Gegensatz zu der vorigen besonders deutlich: Trockene Flugsanddecken oder gar Dünenhügel, die vom Wind auf die Niederterrassenplatten aus ebenfalls sandigem Bodenmaterial aufgeweht wurden, nehmen hier große Flächen ein. Sie werden nur selten von schmalen Rinnen oder größeren Niederungen unterbrochen. Überschüssige Feuchtigkeit läßt sich in keiner dieser Rinnen beobachten; selbst in der Moersbachniederung, die einst häufig überflutet wurde, zeigt sich nur in dem tief eingeschnittenen, engen Bachbett Wasser. Die übrigen Gräben in den Kendelrinnen sind trocken. Die hier noch vorhandenen Weideflächen machen einen dürftigen Eindruck, da die wasserhaltende Kraft ihrer leichten Böden nicht ausreicht, genügend Feuchtigkeit aus den Niederschlägen zu speichern, um einen optimalen Graswuchs zu ermöglichen. Das Trinkwasser für das Weidevieh muß aus zwei oder mehr Metern Tiefe gesaugt oder mit Tränkwagen herbeigeschafft werden. Mehrfach wurden diese Kendelrinnen und Niederungen bereits in Ackernutzung genommen.

Außerhalb der Hohlformen bietet sich auf dem teils ebenen, teils schwach welligen Gelände, das hin und wieder von einem Dünenhügel überragt wird, ein vielgestaltiges Bild. Viele kleine Parzellen mit unregelmäßiger Begrenzung wechseln mit größeren ab, weil dieses wenig fruchtbare Gebiet hauptsächlich Köttern und anderen Kleinsiedlern überlassen wurde. In Übereinstimmung mit den ökologischen Bedingungen werden fast ausschließlich Feldfrüchte angebaut, die nur geringe Ansprüche an den Standort stellen. Allein die Wintergerste wird von der anspruchsvolleren Gruppe noch eingesät. Das Gewirr aus vielen

kleinen Feldern durchschneiden Wege in verschiedener Richtung. Sie verbinden die zahlreichen landwirtschaftlichen Kleinbetriebe, die Hühnerfarmen, Gärtnereien und kleinen Siedlungshäufungen, die über das Gelände verstreut sind. Sie führen durch oder auch an kleinen Wäldern vorbei, die auf einigen Dünenhügeln noch stocken, hin zu den vielen Kies- und Sandbaggereien, die zu einem entscheidenden Charakteristikum dieser Kulturlandschaft wurden mit den großen Sortier- und Waschanlagen, den hohen Silos und den Maschinen neben den aufgetürmten Bergen aus zusammengeschobenem Mutterboden, den Müllkippen und den Ödlandstellen, die noch auf eine Rekultivierung oder Auskiesung warten, Dadurch daß die Baggerbetriebe Dünenhügel beseitigen und Baggerlöcher entstehen lassen, in denen das Grundwasser tief unter der Oberfläche zutage tritt, verändern sie das natürliche Potential dieser Landschaft, das durch die Auffüllung der entstandenen Hohlformen mit Müll oder Waschbergen der Zechen weitere Umgestaltungen erfährt.

Es erweisen sich auch hier die natur- und die kulturbedingten Faktoren und Gegebenheiten als eng miteinander verzahnt. Die natürliche Ausstattung, hier das sandige Bodensubstrat, bedingt eine bestimmte Ausrichtung der Kulturmaßnahmen, die ihrerseits wieder die natürlichen Bedingungen ändern und eine abermalige Ausrichtung der Kulturmaßnahmen auf die neuen Bedingungen erfordern. Dieser Zyklus kann sich mehrfach wiederholen. Die jeweilige Gestalt der Kulturlandschaft ist das Ergebnis der Integration aller landschaftsgestaltenden Faktoren aus dem Bereiche der Natur und der Kultur.

4. Die beiden zuletzt dargestellten Kleinlandschaften liegen innerhalb des Profiles weit auseinander. Sie bilden die Extreme der von Westen nach Osten fortschreitenden Unterschiedlichkeit. Zur Mitte hin mildern sich die Gegensätze. Doch hebt sich auch hier, obwohl ihre Begrenzung weniger scharf ist, eine eigene in ihrem Kerngebiet unverwechselbare Raumgestalt ab: Weite ebene Lehmplatten, die fruchtbares Ackerland darstellen, dehnen sich hier aus. Sie werden in großen

Parzellen bevorzugt mit Zuckerrüben, Weizen und Wintergerste bestellt, obgleich daneben auch in geringerem Maße Sommergerste, Raygras, Hafer, Roggen und Mais in den hier langjährigen Fruchtfolgezyklus eingegliedert werden. Wälder sind nicht vorhanden. Aber hin und wieder begegnet der Blick einigen alten Eichenbäumen, die auf die ehemalige Waldbedeckung und deren Zusammensetzung hinweisen. Die meisten dieser alten Einzelbäume sind infolge des Grundwasserrückganges zopftrocken geworden. Am Rande der einstigen Kendelbäche säumen einzelne Kopfweiden die heute trockenen Gräben, und an den steilen Terrassenrändern bilden Weißdorn, Heckenrose und Holunder dichte Gebüschbarrieren, die durch Brombeergestrüpp noch verstärkt werden. Sie grenzen, soweit sie nicht von Stacheldrahtzäunen abgelöst werden, das Weideland in der Kendelniederung gegen die ackergenutzte Niederterrassenplatte ab. Die Weiden sind hier besser mit Feuchtigkeit versorgt als in der zuletzt dargestellten Kleinlandschaft, da der schwerere Boden hier eine bessere wasserhaltende Kraft aufweist. Doch sind auch sie in Trockenjahren gefährdet, da sie nicht mehr auf das Grundwasser zurückgreifen können.

Die Einzelhöfe liegen am Übergang der alluvialen Rinnen zu den Niederterrassenplatten. Sie können auf eine lange Vergangenheit zurückblicken, behaupten sich aber auch in der Gegenwart als leistungsstarke Betriebe, die sich dank ihrer günstigen Betriebsgröße, Betriebsstruktur und nicht zuletzt der günstigen ökologischen Ausstattung der Betriebsfläche trotz der Industrienähe halten können. Dadurch erweist sich auch in diesem Beispiel die gegenwärtige Agrarlandschaft als abhängig von dem Zusammenspiel der kultur- und der naturgegebenen Faktoren.

Diese Kleinlandschaft reicht ostwärts bis in die Nähe des Balderbruchgrabens, wo sich das ökologische Potential ändert, weil die Sandkomponente an Bedeutung gewinnt. Im Westen erstreckt sich diese etwa bis zum Schwanenbrückskendel. Auch dort wandelt sich mit der allmählichen Änderung des ökologischen Gefüges der kulturbedingte Ausdruck. Denn mit zunehmendem Wassereinfluß werden andere Feldfrüchte bevorzugt,

die Fruchtfolge geändert, die Hofgröße wird geringer, die Weide- und die Waldflächen nehmen zu. Doch ist die Abgrenzung hier nur als Grenzsaum möglich.

Die vier Raumgestalten, der Schaephuysener Höhenzug, das Ligtard-Bruchgebiet, das Neukirchener Feld und die Moerser Heide, die sich in dem dargelegten Landschaftsprofil unterscheiden lassen, stellen die Kleinlandschaften des Moerser Landes dar, die sich außerhalb des vorgelegten Querschnittes noch um eine fünfte, nämlich die Rheinaue, erweitern lassen, die nach Osten hin an die Moerser Heide angrenzt. Den Ökotypen bzw. den Ökosystemen kommt in den genannten Kleinlandschaften auch heute noch eine entscheidende Bedeutung zu, da sich das Wechselwirkungsgefüge dieser Landschaften, ihre Gestalt und ihr Agrarpotential erst aus dem Zusammenspiel der natur- und der kulturbedingten Faktoren ergibt. Dabei treten bei der einen Landschaft mehr die naturbedingten, bei der anderen mehr die kulturbedingten Faktoren in den Vordergrund.

- 1) Vgl. hierzu die Deutsche Grundkarte 1 : 5 000 bzw. die Gebietskarte 1 : 10 000, Blatt Aldekerk/Kammer Berg und Blatt Vluyn/Repelen.
- 2) Vgl. Siedlungsverband Ruhrkohle, 1967, S. 59 ff und zeichnerische Darstellung.
- 3) Vgl.: Deutsche Grundkarte 1 : 5 000, Blatt Rheurdt und Blatt Schaephuysen.

Z u s a m m e n f a s s u n g

In der vorliegenden Untersuchung wird zunächst nach kritischer Auseinandersetzung mit der einschlägigen Literatur der Ökoto p als die kleinste selbständige Einheit oder Grundeinheit der ökologischen Landschaftsforschung d e f i - n i e r t . Er bezeichnet ein Areal von bestimmter Mindestgröße, das einer enggefaßten gesicherten Pflanzengemeinschaft und häufig auch einer Tiergemeinschaft, insbesondere der Kleintierlebewelt, eine Lebensstätte bietet. Er ist hinsichtlich all jener Bedingungen homogen, die auf die Lebensgemeinschaft, die auf ihm gedeiht, einwirken, und zwar bis zu dem Maße homogen, daß diese bis hinab zur gewählten Mindestgröße (ein Morgen) keinen Unterschied mehr anzeigt. Auf dem Ökoto p stellt sich zwischen der Lebensgemeinschaft und den vorhandenen Gegebenheiten und Kräften dieses Areals (= Umwelt- oder Standortbedingungen) ein einheitliches Wirkungsgefüge ein, das in einem Gleichgewicht seinen Ausdruck findet. Auf Einwirkungen, die in gleicher Weise den ganzen Ökoto p betreffen, reagiert er, sofern es sich um Merkmale handelt, hinsichtlich derer er homogen sein soll, gleichartig.

Je nach der Art der Vegetationsgesellschaften, die zugrunde gelegt werden - die natürliche noch vom Menschen unbeeinflusste, die heutige reale oder die heutige potentielle natürliche Vegetation - erhält man v e r s c h i e d e n e A u s p r ä g u n g e n der Ökotope: Ökotope der Naturlandschaft, der heutigen Kulturlandschaft oder der heutigen potentiellen Naturlandschaft. In dieser Untersuchung werden die Ökotope der heutigen p o t e n t i e l l e n N a t u r - l a n d s c h a f t abgegrenzt. Jedes konkrete, zusammenhängende und im obigen Sinne homogene Areal wird Ökoto p genannt. Abstrahiert man von dem Raum, indem man das chorologische Axiom (Neef) außer Betracht läßt, so kann man verschiedene Ökotope mit jeweils gleichem Wechselwirkungsgefüge (s. Ökosystem) zu Ökosystemtypen zusammenfassen. Für das engere Untersuchungsgebiet, einen 24 qkm bedeckenden,

in O-W-Richtung verlaufenden P r o f i l s t r e i f e n durch das Moerser Land, konnten 26 verschiedene Ökosystemtypen ausgesondert werden, die jeweils mit einer kleineren oder größeren Anzahl von Ökotope vertreten sind.

Die Kartierung der Ökotope erfolgte nach einer eigenen M e t h o d e , die es erlaubte, unter zu Hilfenahme zahlreicher Beobachtungen an der heutigen realen Vegetation, an den Bodenprofilen, durch Bodenfeuchtemessungen, Grundwasserspiegelmessungen u.a. die Ökotope in unmittelbarer Berührung mit dem Gelände im Maßstab 1:5 000 aufzunehmen .

Unabhängig von der Ermittlung der Ökotope wurden während der Jahre 1966, 1967 und 1968 jeweils im Monat Juni die Nutzungs- und Anbauarten kartiert und zahlreiche Differenzierungen der Agrarlandschaft erkundet. Die Auswertung dieser Unterlagen ermöglichte eine Gegenüberstellung der vorgefundenen Ökotope bzw. Ökosystemtypen und der Differenzierungen der heutigen Agrarlandschaft. Bei der Konfrontierung der Ökotope mit den ländlichen Siedlungen, den Flur- und Parzellenformen und dem ländlichen Wegenetz liessen sich hauptsächlich qualitative Aussagen gewinnen; zwischen Nutzungsart, Anbauverhältnissen und Ökotope bzw. Ökosystemtypen wurden auch quantitative Aussagen auf der Basis einer Flächenkorrelation gewonnen. Insgesamt zeigte sich eine weitgehende Übereinstimmung zwischen dem natürlichen Potential, das die Ökotope spiegeln, und der Gestaltung der Agrarlandschaft.

Aus der Tatsache, daß der die Agrarlandschaft gestaltende Mensch sich den natürlichen Gegebenheiten des Raumes so gut anpaßte, wird die S t e l l u n g d e r Ö k o t o p e in der heutigen Agrarlandschaft sichtbar, und es kann die Bedeutung aufgezeigt werden, die eine Ökotopekartierung für die Planung und sinnvolle Gestaltung der Kulturlandschaft hat. Dort, wo sich zwischen den natur- und kulturbedingten Gegebenheiten Abweichungen feststellen ließen, erlaubten deren Ursachen Vorschläge für geeignetere Maßnahmen der Landschaftsgestaltung oder eine bessere Nutzung der natürlichen Gegebenheiten.

Abschließend wurde aus der weitgehenden Kongruenz der natur- und der kulturräumlichen Areale höherer Abstraktionsstufe, die sich durch fortschreitende Verallgemeinerung aus den kleinsten Kartierungseinheiten ermitteln ließen, auf induktivem Wege für das Untersuchungsgebiet und seine nähere Umgebung eine L a n d s c h a f t s g l i e d e r u n g vorgenommen, die sich in mehrfacher Hinsicht von den bisher entworfenen Landschaftsgliederungen des Moerser Landes unterscheidet.

Literatur

- Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde - 1965 - : Die Bodenkarte 1:25 000. Anleitung und Richtlinien zu ihrer Herstellung. Bearbeitet von der Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde, 134 S, hrsg. von der Bundesanstalt für Bodenforschung und den Geologischen Landesämtern der Bundesrepublik Deutschland, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover 1965.
- Arens, H. - 1960 : Die Bodenkarte 1:5 000 auf der Grundlage der Bodenschätzung, ihre Herstellung und ihre Verwendungsmöglichkeiten. In: Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen, 8, Krefeld 1960.
- Barrows, H.H. - 1923 - : Geography as Human Ecology In: Annals of the Association of American Geographers, 13, 1923.
- Bauer, H.J. - 1963 - : Landschaftsökologische Untersuchungen im ausgekohlten rheinischen Braunkohlenrevier auf der Ville. In: Arbeiten zur Rheinischen Landeskunde, H. 19, Bonn 1963.
- Beckmann, W. - 1965 - : Untersuchungen zum Landschaftshaushalt in Auen der Hauensteiner Murg unter besonderer Berücksichtigung der Bodenbildungen. In: Hamburger Geograph. Studien, H. 19, 1965.
- Bergerhoff, H., unter Mitarbeit von B. Wohlrab und S. Bohn - 1955 - : Grenzen und Möglichkeiten der natürlichen Wasserversorgung von landwirtschaftlichen Kulturen aus oberflächennahen Grundwasservorkommen unter besonderer Berücksichtigung bisheriger Beobachtungen am linken Niederrhein. In: Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, 99 (1955), Berlin und Hamburg 1955.
- Billwitz, K. - 1963 - : Die sowjetische Landschaftsökologie. In: Petermanns Geograph. Mitt., 107, 1963.
- Bobek, H. und Schmithüsen, J. - 1949 - : Die Landschaft im logischen System der Geographie. In: Erdkunde, 3, 1949.
- Bongertz, K. - 1947 - : Wirtschaftsstruktur des Kreises Moers, Wiso-Diss. Köln (Maschinenschrift).
- Braun, F.J. - 1956 - : Die Terrassengliederung am linken Niederrhein zwischen Geldern und Kalkar. In: Geologie en Mijnbouw, N.S. 18, 1956.

- Braun, F.J. - 1959 - : Endmoränen, Terrassen und holozäne Ablagerungen bei Xanten am Niederrhein. In: Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen, 4, Krefeld 1959.
- Braun, F.J. und Quitzow, H.W. - 1961 - : Die erdgeschichtliche Entwicklung der niederrheinischen Landschaft. In: Niederrheinisches Jahrbuch, 5, Krefeld 1961.
- Braun-Blanquet, J. - 1964 - : Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Wien - New York, 3. Aufl. 1964.
- Bredden, H. - 1925 - : Löß, Flugsand und Niederterrasse am Niederrhein. In: Jahrbuch der Preuß. Geolog. Landesanstalt zu Berlin für das Jahr 1925, Bd. 46, Berlin 1926.
- Brelie, G.v.d. - 1959 - : Probleme der stratigraphischen Gliederung des Pliozäns und Pleistozäns am Mittel- und Niederrhein. In: Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen, 4 (1959).
- Breuer, E. - 1927 - : Das Klima des Niederrheins und seiner Umgebung unter Berücksichtigung meteorologischer Tageserscheinungen (Kälteeinbrüche). Diss. Aachen 1927.
- Buchwald, K. und H. Losert - 1953 - : Pflanzensoziologische und pollenanalytische Untersuchungen am "Blanken Flat" bei Vesbeck. In: Mitteilungen der Floristisch-soziolog. Arbeitsgemeinschaft. N.F. 4, 1953, Stolzenau/Weser.
- Bürgener, M. - 1949 - : Zur Geographischen Landesaufnahme Deutschlands. Naturräumliche Gliederung. In: Geograph. Taschenbuch 1949, Stuttgart 1949.
- Bürger, K. - 1935 - : Der Landschaftsbegriff. Ein Beitrag zur geographischen Erdräumauffassung. In: Dresdener Geographische Studien, H. 7, 1935.
- Busch, F.K. - 1956 - : Störung des Wasserhaushaltes des Bodens durch Grundwasserabsenkung. In: Wasserwirtschaft - Wassertechnik, 6, 1956, Berlin.
- Busch, F.K. - 1956 a - : Die Kapillarität des Bodens. In: Wasserwirtschaft - Wassertechnik, 6, 1956.
- Buyx, M. - 1869 - : Die Localnamen der Vogtei Gelre und einige der Umgebung. Geldern, 1869.
- Buyx, M. - 1880 - : Topographische Mitteilungen. In: Niederrheinischer Geschichtsfreund, 5, 1880, Kempen.
- Carol, H. - 1956 - : Zur Diskussion um Landschaft und Geo-

- Carol, H. - 1957 - : Grundsätzliches zum Landschaftsbegriff.
In: Pet.Geogr.Mitt., 101, 1957, H. 2.
- Carol, H. und E. Neef - 1957 - : Zehn Grundsätze über Geographie und Landschaft. In: Pet.Geogr.Mitt., 101, 1957, H.2.
- Clements, F.E. - 1905 - : Research Methods in Ecology, Lincoln 1905.
- Clements, F.E. - 1907 - : Plant Physiology and Ecology, New York 1907.
- Clements, F.E. - 1916 - : Plant Succession. An Analysis of The Development of Vegetation. Carnegie Institute of Washington, Publ. 242, Washington 1916.
- Cowles, H.Ch. - 1899 - : The Ecological Relations of the Vegetation of the Sand Dunes of the Lake Michigan. In: Botanical Gazette, 27, 1899, Chicago.
- Cowles, H.Ch. - 1901 - : The Physiographic Ecology of Chicago and Vicinity; a Study of the Origin, Development, and Classification of Plant Societies. Contributions from the Hull Botanical Laboratory. In: Botanical Gazette 31, 1901, Chicago.
- Cowles, H.Ch. - 1902 - : The Plant Societies of Chicago and Vicinity. In: Geogr. Soc. Chicago Bull., 2, 1902.
- Cowles, H.Ch. - 1911 - : The Relation of Physiographic Ecology to Geography. In: Annals Association of American Geographers, 1, 1911.
- Czajka, W. - 1965 - : Aufnahme der naturräumlichen Gliederung. In: Methodisches Handbuch für Heimatforschung in Niedersachsen. Veröff. des Instituts für Histor. Landesforschung d. Univ. Göttingen, Bd. 1, Hildesheim 1965.
- Darmer, G. - 1955 - : Über die Bedeutung der "angewandten" Pflanzensoziologie für die Hauptgebiete der Landeskultur. In: Wissenschaftl. Zeitschr. d. Karl-Marx-Univ. Leipzig, math. nat. wiss. Reihe, 5, 1955/56, H. 3.
- Dierschke, H. - 1965 - : Die naturräumliche Gliederung der Verdener Geest. Landschaftsökologische Untersuchungen im nordwestdeutschen Altmoränengebiet. Diss. Göttingen 1965.
- Ditt, H. - 1965 - : Struktur und Wandel westfälischer Agrarlandschaften. In: Veröffentl. d. Prozinzialinstituts für

- westf. Landes- u. Volkskunde, Reihe 1, H. 13, Münster 1965.
- Eimern, J. van - 1948 - : Die Schwankungen des natürlichen Wasserhaushaltes am linken Niederrhein unter besonderer Berücksichtigung der Grundwasserschwankungen. Math. nat. Diss. Bonn 1948, Maschinenschrift.
- Eimern, J. van - 1950 - : Meteorologisch bedingte Kleinschwankungen des Grundwasserstandes. In: Ann. der Meteorologie, 3, 1950, H. 7/8.
- Ellenberg, H. - 1937 - : Über die bäuerliche Wohn- und Siedlungsweise in NW-Deutschland in ihrer Beziehung zur Landschaft, insbesondere zur Pflanzendecke. In: Mitt. d. Floristisch-soziolog. Arbeitsgemeinschaft in Niedersachsen, 3, 1937.
- Ellenberg, H. - 1950 - : Unkrautgesellschaften als Zeiger für Klima und Boden. Landwirtsch. Pflanzensoziologie I, Stuttgart 1950.
- Ellenberg, H. - 1952 - : Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung. Landwirtsch. Pflanzensoziologie II, Stuttgart 1952.
- Ellenberg, H. - 1954 - : Naturgemäße Anbauplanung, Melioration und Landespflege. Landwirtsch. Pflanzensoziologie III, Stuttgart 1954.
- Ellenberg, H. - 1956 - : Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. In: H. Walter: Einführung in die Phytologie, Bd. IV, 1, Stuttgart 1956.
- Ellenberg, H. - 1958 - : Über die Beziehungen zwischen Pflanzengesellschaft, Standort, Bodenprofil und Bodentyp. In: Angewandte Pflanzensoziologie, 15, 1958.
- Ellenberg, H. - 1963 - : Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in kausaler, dynamischer und historischer Sicht. In: H. Walter: Einführung in die Phytologie, Bd. IV, 2, Stuttgart 1963.
- Entwässerungsplan - 1910 - Entwässerungsplan für das Gebiet des linken Niederrheins. Hrsg. von Berkenkamp und Pattberg, Homberg 1910.
- Eschweiler, W. - 1952 - : Die Wasserspiegel- und Sohlensenkung am Niederrhein. Ihr Verlauf und ihre Ursachen, Bun-

- desamt für Gewässerkunde, Koblenz 1952.
- Eskuche, U. - 1962 - : Herkunft, Bewegung und Verbleib des Wassers in den Böden verschiedener Pflanzengesellschaften des Erfttales. Mit einem Beitrag von W. Trautmann: Die natürlichen Waldgesellschaften. Ministerium f. Ernährung, Landwirtschaft u. Forsten des Landes NRW. Düsseldorf 1962.
- Forsteinrichtungswerk - o.J. - : Forsteinrichtungswerk für das staatliche Forstamt Xanten, Bd. I, Maschinenschrift und mehrere handkolorierte Karten. Eingesehen im staatl. Forstamt Xanten.
- Fraling, H. - 1950 - : Die Physiotope der Lahntalung bei Laasphe. In: Westfälische Geographische Studien, 5 H. 5, Veröffentl. d. Geograph. Instituts der Universität Münster u. der Geograph. Kommission für Westfalen, Münster 1950.
- Friederichs, K. - 1927 - : Grundsätzliches über die Lebenseinheiten höherer Ordnung und den ökologischen Einheitsfaktor. In: Naturwissenschaften, 15, 1927.
- Friederichs, K. - 1934 - : Vom Wesen der Ökologie. In: Sudhoffs Arch. f. Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften, 27, 1934.
- Friederichs, K. - 1937 - : Ökologie als Wissenschaft von der Natur oder biologische Raumforschung. Sammlung Bios, Bd. 7, Leipzig.
- Friederichs, K. - 1957 - : Der Gegenstand der Ökologie. In: Studium Generale, 10, 1957.
- Fuchs, G. - 1967 - : Das Konzept der Ökologie in der amerikanischen Geographie. Am Beispiel der Wissenschaftstheorie zwischen 1900 und 1930. In: Erdkunde, 21, H. 2, 1967.
- Granö, J.G. - 1929 - : Reine Geographie. Eine methodische Studie beleuchtet mit Beispielen aus Finnland und Estland. In: Acta Geographica, 2, Nr. 2, Helsinki 1929.
- Gustorff, S. - 1953 - : Industrie und Wirtschaft im Kreise Moers. Staatsexamensarbeit Bonn (Manuskript), 1953. Dazu: Eine farbige Karte: "Anbau- und Nutzflächenkartierung der Gemeinde Neukirchen-Vluyn, 1953, aufbewahrt im Geograph. Institut der Univ. Bonn.
- Haase, G. - 1961 a - : Hanggestaltung und ökologische Differen-

- zierung nach dem Catena-Prinzip. Eine Untersuchung am Beispiel des Nordwest-Lausitzer Berglandes. In: Pet.Geogr. Mitt., 105, 1961.
- Haase, G. - 1961 b - : Landschaftsökologische Untersuchungen im Nordwest-Lausitzer Berg- und Hügelland. Diss. Math.Nat. Fakultät Univ. Leipzig 1961.
- Haase, G. - 1964 a - : Zur Anlage von Standortaufnahmen bei landschaftsökologischen Untersuchungen. In: Geograph. Berichte, 9, 1964, H. 4.
- Haase, G. - 1964 b - : Landschaftsökologische Detailuntersuchung und naturräumliche Gliederung. In: Pet.Geogr.Mitt., 108, 1964, H. 1/2.
- Haase, G. u.a. - 1964 - : Haase, G. u. H. Richter u. H. Barthel: Zum Problem landschaftsökologischer Gliederung, dargestellt am Beispiel des Changai-Gebirges in der Mongolischen Volksrepublik. In: Wiss. Veröffentl. d.Dt.Instituts für Länderkunde, N.F. 21/22, Leipzig.
- Haeckel, E. - 1866 - : Generelle Morphologie der Organismen. Allgemeine Grundzüge der organischen Formen-Wissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformierte Descendenz-Theorie. 2 Bde, Bd. 2: Allgemeine Entwicklungsgeschichte der Organismen, Berlin 1866.
- Haeckel, E. - 1870 - : Über Entwicklungsgang und Aufgabe der Zoologie. In: Jenaische Zeitschrift Med.Naturwiss., 5, 1870.
- Haeckel, E. - 1879 - : Natürliche Schöpfungsgeschichte. Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge über die Entwicklungslehre im Allgemeinen und diejenige von Darwin, Goethe und Lamarck im Besonderen. 7, Berlin 1879.
- Haffner, W.-1968 - : Die Vegetationskarte als Ansatzpunkt zu landschaftsökologischen Untersuchungen. In: Erdkunde, 22, 1968, H. 3.
- Hambloch, H. - 1956 - : Physiotopegefüge und Naturraum. Erläutert am Beispiel der Emsandebene. Diss. Münster (Maschinenschrift) 1956.
- Hambloch, H. - 1957 - : Über die Bedeutung der Bodenfeuchtigkeit bei der Abgrenzung von Physiotopen. In: Ber. zur dt. Landeskunde, 18, 2; 1957.

- Hempel, L. - 1963 - : Bodenerosion in Nordwestdeutschland. Erläut. zu Karten von Schleswig-Holstein, Hamburg, Niedersachsen, Bremen und Nordrhein-Westfalen. In: Forsch. z.dt. Landeskunde, Bd. 144, Bad Godesberg 1963.
- Herz, K. - 1968 - : Großmaßstäbliche und kleinmaßstäbliche Landschaftsanalyse im Spiegel eines Modells. In: Landschaftsforschung. Beiträge zur Theorie und Anwendung. Neef-Festschrift. Erg.H. Nr. 271 zu Pet.Geogr.Mitt., 1968.
- Herz, K. und G. Andreas - 1966 - : Untersuchungen zur Ökologie der periglacialen Auftauschicht im Kongsfjordgebiet (Westspitzbergen). In: Pet.Geogr.Mitt., 110, 1966, H. 4.
- Hild, H.J. - 1956 - : Untersuchungen über die Vegetation im Naturschutzgebiet der Kriekenbecker Seen. In: Geobotan. Mitteilungen, H. 3, Köln 1956.
- Hild, H.J. - 1963 - : Zur Vegetation der niederrheinischen Gewässer und Moore. In: Niederrhein. Jahrbuch, 6, 1963, Krefeld.
- Hartmann, F.K. und G. Jahn - 1967 - : Waldgesellschaften des mitteleuropäischen Gebirgsraumes nördlich der Alpen. Tabellen, Grundlagen und Erläuterungen. In: Ökologie der Wälder und Landschaften, Bd. 1, Stuttgart 1967.
- Hubrich, H. - 1964 - : Die Bedeutung äolischer Decken für die ökologische Differenzierung von Sandstandorten in Nordwest-Sachsen. In: Pet.Geogr.Mitt., 108, 1964, H. 1/2.
- Hubrich, H. - 1966 - : Die Physiotope am Rande der nördlichen Lößgrenze in NW-Sachsen. In: Wiss.Veröffentl. des Deutschen Instituts f.Länderkunde, N.F. H. 23/24, 1966, Leipzig.
- Hubrich, H. - 1967 - : Die landschaftsökologische Catena in reliefarmen Gebieten dargestellt an Beispielen aus dem nordwestsächsischen Flachland. In: Pet.Geogr.Mitt. 111, 1967, H. 1.
- Hubrich, H. und R. Schmidt - 1968 - : Der Vergleich landschaftsökologischer Typen des nordsächsischen Flachlandes und ein Vorschlag zu ihrer Klassifikation. In: Landschaftsforschung, Beiträge zur Theorie und Anwendung. Neef-Festschrift. Erg.H. Nr. 271 zu Pet.Geogr.Mitt., 1968.

- Kaiser, K.H. - 1958 - : Wirkungen des pleistozänen Bodenfrostes in den Sedimenten der Niederrheinischen Bucht. Ein Beitrag zur Kenntnis der Periglacialerscheinungen der Rheinlande. In: Eiszeitalter u. Gegenwart, 9, 1958, Öhringen/Württ.
- Keller, R. - 1951 - : Natur und Wirtschaft im Wasserhaushalt der rheinischen Landschaften und Flußgebiete. In: Forsch. z.d. Landeskunde, Bd. 57, Remagen 1951.
- Keller, R. - 1958 - : Der mittlere Niederschlag in den Flußgebieten der Bundesrepublik Deutschland. In: Forsch.z.dt. Landeskunde, Bd. 103, Remagen 1958.
- Keller, R.- 1961 - : Gewässer und Wasserhaushalt des Festlandes. Eine Einführung in die Hydrogeographie. Berlin 1961.
- Kemnitz, I. - 1967 - : Die Landschaftsforschung in der Sowjetunion. In: Pet.Geogr.Mitt., 111, 1967, H. 3.
- Kersberg, H. - 1968 - : Die Prümer Kalkmulde (Eifel) und ihre Randgebiete. Landschaftsökologische und vegetationskundliche Untersuchungen. In: Schriftenreihe der Landesstelle für Naturschutz u. Landschaftspflege in NRW, Bd. 4, Recklinghausen 1968.
- Klaauw, C.J.v.d. - 1936 - : Zur Geschichte der Definition der Ökologie, besonders auf Grund der Systeme der zoologischen Disziplinen. In: Sudhoffs Archiv für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften, 29, 1936.
- Klapp, E. - 1954 - : Erträge von Pflanzengesellschaften in Beziehung zu Grundwasser und Nährstoffversorgung. In: Angewandte Pflanzensoziologie, 8, 1954.
- Klapp, E. - 1965 - : Grünlandvegetation und Standort. Nach Beispielen aus West-, Mittel- und Süddeutschland. Berlin u. Hamburg 1965.
- Klapp, E. - 1965 a - : Taschenbuch der Gräser. Erkennung und Bestimmung, Standort und Vergesellschaftung, Bewertung und Verwendung. 9. Auflage, Berlin u. Hamburg 1965.
- Klausling, O. - 1961 - : Wasserzustand und Wasserbilanz von Vegetation und Boden an Standorten bestimmter Pflanzengesellschaften des Mittelwesergebietes. In: Angewandte Pflanzensoziologie, 18, 1961.

- Klima-Atlas - 1960 - : Klimaatlas von Nordrhein-Westfalen.
77 Karten, 10 Diagrammtafeln und Erläuterungen. Hrsg.:
Deutscher Wetterdienst, Offenbach a.M. 1960.
- Klimakunde des Deutschen Reiches - 1939 - : Bd. II, Tabellen,
bearbeitet vom Reichsamt für Wetterdienst. Berlin 1939.
- Klink, H.J. - 1964 - : Landschaftsökologische Studien im süd-
niedersächsischen Bergland. In: Erdkunde, 18, 1964.
- Klink, H.J. - 1966 - : Naturräumliche Gliederung des Ith-
Hils-Berglandes. Art und Anordnung der Physiotope und
Ökotope. Forsch.z.dt. Landeskunde, Bd. 159. Bad Godes-
berg 1966.
- Klink, H.J. - 1967 - : Die naturräumliche Gliederung als ein
Forschungsgegenstand der Landeskunde, S. 195 - 219.
In: Institut für Landeskunde, 25 Jahre Amtliche Landes-
kunde. Bundesanstalt für Landeskunde u. Raumforschung,
Bad Godesberg 1967.
- Knapp, R. - 1949 - : Angewandte Pflanzensoziologie. In: Ein-
führung in die Pflanzensoziologie, H. 3, Stuttgart 1949.
- Knapp, R. - 1952 - : Zur Frage der ökologischen Beurteilung
von Acker-Standorten auf pflanzensoziologischer Grund-
lage. In: Geobotanische Mitteilungen, H. 1, Köln 1952.
- Knapp, R. - 1958 - : Arbeitsmethoden der Pflanzensoziologie
und Eigenschaften der Pflanzengesellschaften. In: Ein-
führung in die Pflanzensoziologie, H. 1, 2. Aufl. Stutt-
gart 1958.
- Knickmann, H. - 1951 - : Die Auswertung der Bodenschätzungs-
ergebnisse für Raumforschung und Landeskunde, dargestellt
an einem Beispiel: Die Landwirtschaft im Bezirk Fried-
land. In: Forsch.z.dt. Landeskunde, Bd. 54, Landshut 1951.
- Kniess, H.M. - 1961 - : Die Wasserwege am Niederrhein. In:
Niederrheinisches Jahrbuch, Bd. V (1961), S. 115 - 120.
Krefeld.
- Knörzer, K.H. - 1957 - : Die Pflanzengesellschaften der Wäl-
der im nördlichen Rheinland zwischen Niers und Nieder-
rhein und experimentelle Untersuchungen über den Einfluß
einiger Baumarten auf ihre Krautschicht. In: Geobotan.
Mitteilungen, H. 6, Köln 1957.

- Koehne, W. - 1948 - : Grundwasserkunde. Stuttgart, 2. Auflage 1948.
- Köllner, V. - 1965 - : Der natürliche Landschaftsübergang zwischen Göttinger Wald und Unterem Eichsfeld. In: Ber. z.d.t. Landeskunde, 35, 1, 1965.
- Koepcke, H.W. - 1961 - : Synökologische Studien an der Westseite der peruanischen Anden. Bonner Geogr. Abhandlungen 29.
- Kondracki, H. - 1966 - : Das Problem der Taxonomie der naturräumlichen Einheiten. In: Wiss. Veröff. des Dt. Instituts für Länderkunde, N.F., 23/24, 1966, Leipzig.
- Kopp, D. - 1966 - : Standortsgeschichtliche Gliederung des nordostdeutschen Tieflandes nach Ergebnissen der forstlichen Standortserkundung. In: Wiss. Veröff. d. Dt. Inst. f. Länderkunde, N.F. 23/24, 1966, Leipzig.
- Kopp, D. und H. Hurttig - 1960 - : Zur Weiterentwicklung der Standortsgliederung im nordostdeutschen Tiefland. In: Archiv f. Forstwesen, 9, 1960. Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin.
- Kraus, Th. - 1960 - : Individuelle Länderkunde und räumliche Ordnung. In: Erkundliches Wissen. Schriftenfolge für Forschung und Praxis, H. 7, Wiesbaden 1960.
- Krause, W. - 1963 - : Eine Grünland-Vegetationskarte der südbadischen Rheinebene und ihre landschaftsökologische Aussage. Untersuchung über den Wasserhaushalt der Ebene und seine Empfindlichkeit gegen Eingriffe. In: Arbeiten zur Rhein. Landeskunde, H. 20, Bonn 1963.
- Krüger, R. - 1967 - : Typologie des Waldhufendorfes nach Einzelformen und deren Verbreitungsmustern. In: Göttinger Geogr. Abhandlungen, H. 42. Veröff. des Geogr. Inst. der Univ. Göttingen, Göttingen 1967.
- Kubiena, W.L. - 1953 - : Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Stuttgart 1953.
- Laatsch, W. - 1957 - : Dynamik der mitteleuropäischen Mineralböden. 4. Aufl., Dresden u. Leipzig 1957.
- Landkreis - 1926 - : Der Landkreis Moers, Hrsg. Heinsch. In: Monographien deutscher Landkreise, Bd. III, Berlin-Friedenau 1926.

- Lauckner, M. - 1961 - : Die ökologische Catena im Gebiet des Eibenstocker Turmalin-Granits. Diss. Karl-Marx-Universität Leipzig, 1961.
- Lautensach, H. - 1952 - : Der Geographische Formenwandel. Studien zur Landschaftssystematik. In: Colloquium Geographicum, Bd. 3, Bonn 1952.
- Linden, H. - 1958 - : Naturräumliche Kleingliederung und Agrarstruktur an der Grenze des westfälischen Hellweges gegen das Sandmünsterland. In: Forsch.z.dt. Landeskunde, Bd. 106, Remagen 1958.
- Mauil, O. - 1936 - : Allgemeine vergleichende Länderkunde. In: Länderkundliche Forschungen, Krebs-Festschrift 1936.
- Meier, F. - 1961 - : Die Änderung der Bodennutzung und des Grundeigentums im Ruhrgebiet von 1820 - 1955. In: Forsch. z.dt. Landeskunde, Bd. 131, Bad Godesberg 1961.
- Meisel, K. - 1955 - : Wasserstufenkarte des Gebietes Moers. Nach Feldaufnahmen aus den Jahren 1950 - 1953. Zentralstelle für Vegetationskartierung Stolzenau/Weser.
- Meisel, K. - 1958 - : Vergleich zwischen Boden- und Vegetationskarte. In: Angewandte Pflanzensoziologie, 15, 1958, Stolzenau/Weser.
- Meisel, K. - 1960 - : Die Auswirkung der Grundwassersenkung auf die Pflanzengesellschaften im Gebiete um Moers (Niederrhein). In: Arbeiten aus d. Bundesanstalt f. Vegetationskartierung, Stolzenau/Weser 1960.
- Meisel, K. - 1960 a - : Bodenschätzung und Acker-Unkrautgesellschaften. In: Mitt.d.Florist.soziolog. Arbeitsgemeinschaft, N.F. 8, 1960, Stolzenau/Weser.
- Meisel, K. - 1963 - : Legende zu den Vegetationskarten des Landkulturkatasters im Gebiet der Linksniederrheinischen Entwässerungs-Genossenschaft, Stolzenau/Weser 1963.
- Meisel, K. - 1963/64 - : Erläuterungen zu den Vegetationskarten des Landkulturkatasters im Gebiet der Linksniederrheinischen Entwässerungs-Genossenschaft. In: Arbeiten aus der Bundesanstalt f. Vegetationskunde, Naturschutz u. Landschaftspflege, Bad Godesberg 1963/64.

- Meisel, K. - 1967 - : Über die Artenverbindung des *Aphanion arvensis* J. et R.Tx. 1960 im west- und nordwestdeutschen Flachland. In: Schriftenreihe für Vegetationskunde, 2, 1967, Bad Godesberg.
- Mertens, H. - 1961 - : Plaggenböden am Niederrhein. In: Westfäl. Forschungen, 14, 1961, Münster.
- Mertens, H. - 1964 - : Über Entstehung, Beschaffenheit und Nutzung der Böden des Kreises Moers. In: Heimatkalender 1964 für den Kreis Moers, 21. Jg., Moers 1963.
- Mertens, H. - 1965 - : Bodenkarte von NRW 1 : 25 000, hrsg. vom Geolog. Landesamt NRW. Erl. zu Blatt 4505 Moers, Krefeld 1965, Manuskript.
- Meyer, A.F. - 1956 - : Rheinhausen am Niederrhein im geschichtlichen Werden, Rheinhausen 1956.
- Milne, G. - 1936 - : A Provisional Soil Map of East Africa (Kenja, Uganda, Tanganjika und Zanzibar) with Explanatory Memoir. Amani Memoirs, Amani 1936.
- Mückenhausen, E. - 1952 - : Die Böden des linken Niederrheins. In: Der Niederrhein, 19, 1952.
- Mückenhausen, E. - 1962 - : Entstehung, Eigenschaften und Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland. DLG, Frankfurt/Main 1962.
- Mückenhausen, E. und Mertens, H. - 1966 - : Die Bodenkarte 1 : 5 000 auf der Grundlage der Bodenschätzung. Hrsg. vom Landesausschuß f. landwirtschaftliche Forschung, Erziehung und Wirtschaftsbereitang beim Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes NRW, 3. Aufl., Düsseldorf 1966.
- Müller, G. - 1963 - : Die Bedeutung der Ackerunkrautgesellschaften für die pflanzengeographische Gliederung West- und Mittelsachsens. Diss. der Math.Nat. Fakultät Univ., Leipzig 1963 (Maschinenschrift).
- Müller-Miny, H. - 1943 - : Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 94 Wreschen. In: Müller-Miny: Das Land an der mittleren Warthe in seiner naturräumlichen Gliederung. Forsch. z.d.t. Landeskunde, 67, Remagen 1952.

- Müller-Miny, H. - 1958 - : Das Mittelrheingebiet und seine naturräumliche Gliederung. In: Ber. zur dt. Landeskunde, 21,2, 1958.
- Müller-Miny, H. - 1958 a - : Grundfragen zur naturräumlichen Gliederung am Mittelrhein. Eine baustilkritische Betrachtung als Beitrag zu einer naturgeographischen Gefügelehre. In: Ber. zur dt. Landeskunde, 21,2, 1958.
- Müller-Miny, H. - 1962 - : Betrachtungen zur naturräumlichen Gliederung. Ber. zur dt. Landeskunde, 28,2, 1962.
- Müller-Wille, W. - 1942 - : Die Naturlandschaften Westfalens. Versuch einer naturlandschaftlichen Gliederung nach Relief, Gewässernetz, Klima, Boden und Vegetation: In: Westfäl. Forschungen, 5, 1942, Münster.
- Müller-Wille, W. - 1953 - : Agrarbäuerliche Landschaftstypen in Nordwestdeutschland. In: Verh. d. Dt. Geographentages, Bd. 29. Deutscher Geographentag Essen 1953. Wiesbaden 1955.
- Neef, E. - 1956 a - : Die axiomatischen Grundlagen der Geographie. In: Geograph. Berichte. Mitt. der Geogr. Gesellschaft i.d. Dt. Demokratischen Republik, 1, 1956, Berlin 1956.
- Neef, E. - 1956 b - : Einige Grundfragen der Landschaftsforschung. In: Wiss. Zs. der Karl-Marx-Universität Leipzig, 1955/56, Math.-nat. Reihe, H. 5, Leipzig 1956.
- Neef, E. - 1960 - : Der Bodenwasserhaushalt als ökologischer Faktor. In: Ber. z.dt. Landeskunde, 25,2, 1960.
- Neef, E. - 1961 - : Landschaftsökologische Untersuchungen als Grundlage standortgerechter Landnutzung. In: Die Naturwissenschaften, 48, 1961, H. 9.
- Neef, E. - 1963 - : Topologische und chorologische Arbeitsweisen in der Landschaftsforschung. In: Pet.Geogr.Mitt., 107, 1963.
- Neef, E. - 1964 - : Zur großmaßstäbigen landschaftsökologischen Forschung. In: Pet.Geogr.Mitt., 108, 1964, H. 1/2.
- Neef, E. - 1967 - : Die theoretischen Grundlagen der Landschaftslehre. Leipzig 1967.

- Neef, E. - 1968 - : Der Physiotope als Zentralbegriff der Komplexen Physischen Geographie. In: *Pet.Geogr.Mitt.*, 112, 1968, H. 1.
- Neef, E. u.a. - 1961 - : E. Neef, G. Schmidt, M. Lauckner: Landschaftsökologische Untersuchungen an verschiedenen Physiotopten in Nordwestsachsen. In: *Abh.d.Sächs. Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Math.-nat. Klasse*, Bd. 47, H. 1, Berlin 1961.
- Niemeier, G. - 1939 - : Probleme der bäuerlichen Kulturlandschaft in Nordwestdeutschland. In: *Deutsche Geogr. Blätter*, 42, 1939.
- Niemeier, G. - 1944 - : Gewinnfluren. Ihre Gliederung und die Eschkerntheorie. In: *Pet.Geogr.Mitt.*, 89, 1944.
- Niemeier, G. - 1967 - : Siedlungsgeographie. In: *Das Geographische Seminar, Braunschweig* 1967.
- Oberndorfer, E. - 1962 - : Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland und die angrenzenden Gebiete. 2. Aufl., Stuttgart 1962.
- Olschowy, G. - 1966 - : Der Landschaftsplan- Aufgaben, Methodik und Anwendungsbereiche. In: *Schriftenreihe f. Landschaftspflege u. Naturschutz*, H. 1 1966, Bad Godesberg.
- Otremba, E. - 1961 - : Die deutsche Agrarlandschaft. In: *Erdkundliches Wissen. Schriftenreihe f. Forschung und Praxis*, H. 3, Wiesbaden 1961.
- Paffen, K.H. - 1948 - : Ökologische Landschaftsgliederung. In: *Erdkunde*, 2, 1948.
- Paffen, K.H. - 1951 - : Geographische Vegetationskunde und Pflanzensoziologie. In: *Erdkunde*, 5, 1951.
- Paffen, K.H. - 1953 - : Die natürliche Landschaft und ihre räumliche Gliederung. Eine methodische Untersuchung am Beispiel der Mittel- und Niederrheinlande. In: *Forsch. z.dt. Landeskunde*, Bd. 68, Remagen 1953.
- Paffen, K.H. - 1958 - : Natur- und Kulturlandschaft am deutschen Niederrhein. In: *Ber.z.dt. Landeskunde*, 20,2, 1958.
- Paffen, K.H. - 1959 - : Mittlere Niederrheinebene. In: *Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands*, 6. Lieferung, Remagen 1959.

- Paffen, K.H. - 1963 - : Niederrheinisches Tiefland. In: Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 108/109 Düsseldorf-Erkelenz, bearb. von K.H. Paffen, A. Schüttler, H. Müller-Miny, Geographische Landesaufnahme 1 : 200 000, Naturräumliche Gliederung Deutschlands, Bad Godesberg 1963.
- Pannhuysen, H. - 1961 - : Die Entwicklung der Agrarlandschaft im Raume Straelen seit 1800 unter besonderer Berücksichtigung des Gemüse- und Blumenanbaus. In: Arbeiten zur Rhein. Landeskunde, hrsg. vom Geograph. Inst. der Universität Bonn. H. 15, Bonn 1961.
- Peerenboom, H. - 1923 - : Boden und Bodennutzung am unteren deutschen Niederrhein, Diss. Münster 1923.
- Preisling, E. - 1954 - : Übersicht über die wichtigen Acker- und Grünlandgesellschaften NW-Deutschlands unter Berücksichtigung ihrer Abhängigkeit vom Wasser und ihres Wirtschaftswertes. In: Angewandte Pflanzensoziologie, 8, 1954.
- Preisling, E. - 1956 - : Erläuterungen zur Karte der natürlichen Vegetation der Umgebung von Göttingen. Mit mehrfarbiger Vegetationskarte. In: Angewandte Pflanzensoziologie, 13, 1956.
- Quitow, H.W. - 1956 - : Die Terrassengliederung im niederrheinischen Tieflande. In: Geologie en Mijnbouw, N.S. 18, 1956, 'sGravenhage.
- Quitow, H.W. - 1959 - : Hebung und Senkung am Mittel- und Niederrhein während des Jungtertiärs und Quartärs. In: Fortschritte in der Geologie von Rheinland u. Westfalen, 4, 1959, Krefeld.
- Quitow, H.W. und O. Vahlensieck - 1955 - : Über pleistozäne Gebirgsbildung und rezente Krustenbewegungen in der Niederrheinischen Bucht. In: Geologische Rundschau. Internat. Zs. für Geologie, 43, 1955, Stuttgart.
- Rehagen, H.W. - 1963 - : Spät- und nacheiszeitliche Vegetationsbilder aus dem Niederrheingebiet. In: Niederrhein. Jahrbuch, 6, 1963, Krefeld.
- Richter, H. - 1968 - : Naturräumliche Strukturmodelle. In: Pet.Geogr.Mitt., 112, 1968, H. 1.

- Richter, H. - 1968 a - : Beitrag zum Modell des Geokomplexes.
In: Landschaftsforschung. Beitr. zur Theorie u. Anwendung.
Neef-Festschrift. Ergänzungsheft Nr. 271 zu Pet.Geogr.Mitt.,
Gotha, Leipzig 1968.
- Rosenberg, H. - 1932 - : Das Moerser Land. In: Verh. des Naturhistor. Vereins d. preuss. Rheinlande und Westfalens, 89, 1932, Bonn 1933.
- Rothmaler, W. - 1963 - : Exkursionsflora von Deutschland. Kritischer Ergänzungsband, Gefäßpflanzen. Berlin 1963.
- Rothmaler, W. - 1966 - : Exkursionsflora von Deutschland, Bd. 2, Gefäßpflanzen, 4. Aufl., Berlin.
- Runge, F. - 1966 - : Die Pflanzengesellschaften Westfalens und Niedersachsens. Eine kleine Übersicht. 2. Aufl., Münster 1966.
- Scheffler, F. und P. Schachtschabel - 1966 - : Lehrbuch der Bodenkunde. 6. Aufl., Stuttgart 1966.
- Scheller, H. - 1964 - : Hochwasser in Moers und Höhenlinien zwischen Kaiserswerth und Rheinberg. In: Heimatkalender 1964 für den Kreis Moers, 21, 1964, Moers 1963.
- Schlarb, A. - 1968 - : Das Moerser Donkenland zwischen Niep und Rhein - das Land in den Wasserrinnen. In: Topograph. Atlas Nordrhein-Westfalen, hrsg. vom Landesvermessungsamt NRW 1968.
- Schmidt, G. - 1952 - : Der Landschaftshaushalt des Weißeister-Gebietes unter besonderer Berücksichtigung des engeren nordwestsächsischen Raumes. In: Wiss. Zs. der Karl-Marx-Univ. Leipzig, Math.-nat. Reihe, 2, 1952/53, Leipzig.
- Schmidt, G. - 1955 - : Bodenwasserregime verschiedener Waldstandorte Nordwestsachsens im Verlauf des Jahres 1954. In: Wiss. Zs. der Karl-Marx-Univ. Leipzig, Math.nat.wiss. Reihe, 5, 1955/56, Leipzig 1956.
- Schmidt, G. - 1964 - : Zur landschaftsökologischen Kartierung im norddeutschen Jungmoränenland. Die Sildemower Lieps bei Rostock. In: Pet.Geogr.Mitt., 108, 1964, H. 3.
- Schmidt-Ries, H. - 1954/55/ - : Das Hülserbruch, ein Beispiel für den Gewässerschwund am linken Niederrhein. In: Gewässer und Abwässer, 1954/55, H. 8.

- Schmithüsen, J. - 1948 - : "Fliesengefüge der Landschaft" und "Ökotopt". Vorschläge zur begrifflichen Ordnung und zur Nomenklatur in der Landschaftsforschung. In: Ber.z.dt. Landeskde, 5, 1948.
- Schmithüsen, J. - 1953 - : Grundsätzliches und Methodisches. In: Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, hrsg. im Auftrage der Bundesanstalt für Landeskunde u. des Zentralausschusses für deutsche Landeskunde von E. Meynen u. J. Schmithüsen. Remagen 1953.
- Schmithüsen, J. - 1957 - : Anfänge und Ziele der Vegetationsgeographie. In: Pet.Geogr.Mitt., 101, 1957.
- Schmithüsen, J. - 1959 - : Der wissenschaftliche Inhalt von Vegetationskarten verschiedener Maßstäbe. In: Bericht über das Internationale Symposium für Vegetationskartierung 1959 in Stolzenau/Weser, Weinheim 1963.
- Schmithüsen, J. - 1961 - : Allgemeine Vegetationsgeographie, 2. Aufl. In: Lehrbuch der Allg.Geographie, Bd. IV, Berlin 1961.
- Schmithüsen, J. - 1963 - : Der wissenschaftliche Landschaftsbegriff. In: Mitt. der Florist. soziolog. Arbeitsgemeinschaft N.F. 10, 1963, Stolzenau/Weser 1963.
- Schmithüsen, J. - 1963 a - : Was ist eine Landschaft. In: Erdkundl. Wissen, Schriftenreihe f. Forschung u. Praxis, Heft 9, Wiesbaden 1964.
- Schmithüsen, J. - 1967 - : Naturräumliche Gliederung und landschaftsräumliche Gliederung. In: Ber. z. dt. Landeskunde, 39,1, 1967, Bad Godesberg.
- Schmithüsen, J. - 1968 - : Allgemeine Vegetationsgeographie. In: Lehrbuch der allg. Geographie, hrsg. v. E. Obst u. J. Schmithüsen, 3. Aufl., Berlin 1968.
- Schmithüsen, J. und E. Netzel - 1962 - : Vorschläge zu einer internationalen Terminologie geographischer Begriffe auf der Grundlage des geospärischen Synergismus. In: Geograph. Taschenbuch u. Jahrbuch für Landeskunde 1962/63, Wiesbaden 1962.
- Schrepfer, H. - 1942 - : Dalmatien. Versuch einer Deutung der Funktion und Gestalt eines maritimen Raumes. In: Zs. f. Erdkunde, 10, 1942.

- Schröter, C. und O. Kirchner - 1896/1902 - : Die Vegetation des Bodensees, 2 Bde. Lindau, 1896/1902.
- Schultze, J.H. - 1955 - : Die naturbedingten Landschaften der Deutschen Demokratischen Republik. In: Erg.heft Nr. 257 zu Pet.Geogr.Mitt., Gotha 1955.
- Schwerdtfeger, F. - 1963 - : Ökologie der Tiere. Ein Lehr- und Handbuch in drei Teilen. Bd. I. Autökologie. Die Beziehungen zwischen Tier und Umwelt. Hamburg, Berlin 1963.
- Schwickerath, M. - 1954 - : Die Landschaft und ihre Wandlung auf geobotanischer und geographischer Grundlage entwickelt und erläutert im Bereich des Meßtischblattes Stolberg. Aachen 1954.
- Shelford, V. - 1913 - : Animal communities in temperate America. Chicago 1913.
- Siedlungsverband Ruhrkohle - 1967 - : Gebietsentwicklungsplan 1966. Zeichnerische Darstellung, textliche Darstellung, Erläuterungsbericht. In: Schriftenreihe Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk Nr. 5, 1967.
- Siemens, G. von - 1949 - : Zur Agrargeographischen Landschaftsgliederung. Am Beispiel des südlichen Bergischen Landes erläutert. In: Erdkunde, 3, 1949.
- Steeger, A. - 1949 - : Der Nieper Altrhein. In: Der Niederrhein, 16, H. 1 1949 Krefeld.
- Steeger, A. - 1952 - : Hundert Jahre Eiszeitforschung am Niederrhein. In: Der Niederrhein, 19, 1952, Krefeld.
- Steubing, L. - 1965 - : Pflanzenökologisches Praktikum. Methoden und Geräte zur Bestimmung wichtiger Standortsfaktoren. Berlin u. Hamburg 1965.
- Straka, H. - 1949 - : Das Pflanzenkleid der britischen Inseln. Nach Tansleys Werk über den Gegenstand. In: Erkunde, 3, 1949.
- Tansley, A.G. - 1935 - : The Use and misuse of vegetational terms and concepts. In: Ecology, 16, 1935.
- Tansley, A.G. - 1939 - : The British Isles and their vegetation. Cambridge 1939.
- Tansley, A.G. - 1953 - : The British Islands and their vegetation. Vol. I, Cambridge 1953.

- Thelen, H. 1952 - : Warum Neukirchen-Vluyn? In: Heimatkalender 1952 für den Kreis Moers, 21. Jg., 1951, Moers 1951.
- Thienemann, A. - 1936 - : Was ist Ökologie? In: Der Biologe, 5, 1936.
- Thienemann, A. - 1939 - : Grundzüge einer allgemeinen Ökologie. Archiv für Hydrobiologie, 35, 1939.
- Thienemann, A. - 1942 - : Vom Wesen der Ökologie. In: Biologia Generalis, 15, 1942.
- Thienemann, A. - 1956 - : Leben und Umwelt. Vom Gesamthaus- halt der Natur. In: Rowohlts deutsche Enzyklopädie, 22, Hamburg 1956.
- Thomasius, H. - 1966 - : Die Bedeutung der Standortserkundung für die Planung der Bodennutzung in der Demokratischen Republik Vietnam. In: Pet.Geogr.Mitt., 110, 1966, H. 1.
- Thome, K.N. - 1958 - : Die Begegnung des nordischen Inland- eises mit dem Rhein. In: Geolog. Jahrbuch, 76, 1958, Hannover.
- Thome, K.N. - 1959 - : Eisvorstoß und Flußregime an Nieder- rhein und Zuider See im Jungpleistozän. In: Fortschritte i.d. Geologie v. Rheinland und Westfalen, 4, 1959, Krefeld.
- Thome, K.N. - 1963 - : Die Entstehung der niederrheinischen Gewässer. In: Niederrhein. Jahrbuch, 6, 1963, Krefeld.
- Thun, R., R. Herrmann und E. Knickermann - 1955 - : Die Unter- suchung von Böden. Handbuch der landwirtschaftlichen Ver- suchs- und Untersuchungsmethodik (Methodenbuch) Radebeul und Berlin 1955.
- Tischler, W. - 1955 - : Synökologie der Landtiere. Stuttgart 1955.
- Tischler, W. - 1965 - : Agrarökologie, Jena 1965.
- Trautmann, W. - 1959 - : Methoden und Erfahrungen bei der Vegetationskartierung der Wälder und Forsten. In: Bericht über das Internat. Symposium f. Vegetationskartierung 1959 in Stolzenau/Weser. Weinheim 1963.
- Trautmann, W. - 1962 - : Die natürlichen Waldgesellschaften. Beitrag in: Eskuche, U. 1962.
- Trautmann, W. - 1966 - : Erläuterungen zur Karte der poten- tiellen natürlichen Vegetation der Bundesrepublik Deutsch-

- land 1 : 200 000, Blatt 85 Minden. Mit einer Einführung in die Grundlagen und Methoden der Kartierung der potentiellen natürlichen Vegetation. In: Schriftenreihe für Vegetationskunde, 1, Bad Godesberg 1966.
- Trautmann, W. - 1966 a - : Die Bedeutung der Vegetationskarte für den Landschaftsplan. In: Schriftenreihe f. Landschaftspflege und Naturschutz, 1, 1966, Bad Godesberg.
- Troll, C. - 1938 - : Luftbildplan und ökologische Bodenforschung. Ihr zweckmäßiger Einsatz für die wissenschaftliche Erforschung und praktische Erschließung wenig bekannter Länder. Vortrag anlässlich der 110. Jahresfeier der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin (14.4.1938). Zuerst gedruckt in: Zs. der Ges. f. Erdkunde zu Berlin, 1939, Neuabdruck in: Sammelband, Troll 1966 b.
- Troll, C. - 1950 - : Die geographische Landschaft und ihre Erforschung. In: Studium Generale, 3, 1950, H. 4/5, Heidelberg, Neuabdruck im Sammelband: Troll, C. - 1966 a -.
- Troll, C. - 1966 a - : Ökologische Landschaftsforschung und vergleichende Hochgebirgsforschung. Ausgewählte Beiträge I. In: Erdkundliches Wissen. Schriftenfolge für Forschung u. Praxis, H. 11, Wiesbaden 1966.
- Troll, C. - 1966 b - : Luftbildforschung und landeskundliche Forschung. In: Erdkundliches Wissen. Schriftenfolge für Forschung u. Praxis, H. 12, Wiesbaden 1966.
- Tüxen, R. - 1935 - : Über die Bedeutung der Pflanzensoziologie in Forschung, Wirtschaft und Lehre. In: Der Biologe, 4, H. 3, 1935, München.
- Tüxen, R. - 1954 - : Pflanzengesellschaften und Grundwasser-Ganglinien. In: Angewandte Pflanzensoziologie, 8, 1954, Stolzenau/Weser.
- Tüxen, R. - 1954 a - : Die Wasserstufenkarte und ihre Bedeutung für die nachträgliche Feststellung von Änderungen im Wasserhaushalt einer Landschaft. In: Angewandte Pflanzensoziologie, 8, 1954.
- Tüxen, R. - 1955 - : Das System der nordwestdeutschen Pflanzengesellschaften. In: Mitt. der Floristisch-soziolog. Arbeitsgemeinschaft. N.F. 5, 1955, Stolzenau/Weser.

- Tüxen, R. - 1956 - : Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. In: *Angewandte Pflanzensoziologie*, 13, 1956.
- Tüxen, R. - 1957 - : Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Grundlage der Vegetationskartierung. In: *Ber. z. dt. Landeskunde*, 19, 2 1957, Remagen.
- Tüxen, R. - 1959 - : Typen von Vegetationskarten und ihre Erarbeitung. In: *Ber. über das Internat. Symposium f. Vegetationskartierung 1959 in Stolzenau/Weser*. Weinheim 1963.
- Tüxen, R. - 1962 - : Gedanken zur Zerstörung der mitteleuropäischen Ackerbiozoosen. In: *Mitt. der Florist.-soziolog. Arbeitsgemeinschaft, N.F.*, 9, 1962, Stolzenau/Weser.
- Tüxen, R. - 1965 - : Vegetationskartierung. In: *Methodisches Handbuch für Heimatforschung in Niedersachsen*. Veröffentl. d. Instituts für histor. Landesforschung d. Univ. Göttingen, Bd. 1, Hildesheim 1965.
- Uhlig, H. - 1956 - : Die Kulturlandschaft. Methoden der Forschung und das Beispiel Nordostengland. In: *Kölner Geograph. Arbeiten*, H. 9/10, Veröff. des Geograph. Instituts der Universität Köln 1956.
- Uhlig, S. - 1950 - : Die Untersuchung des Bodenwasserhaushaltes durch den Deutschen Wetterdienst in der US-Zone. In: *Meteorolog. Rundschau*, 3, 1950.
- Uhlig, S. - 1951 - : Die Untersuchung und Darstellung der Bodenfeuchte. In: *Ber. d. Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone* Nr. 30, 1951.
- Uhlig, S. - 1951 a - : Gedanken zur Auswertung der Bodenfeuchte-Bestimmung. Erläutert an Verhältnissen des Jahres 1950. In: *Zs. für Acker- und Pflanzenbau*, 93, 1951, Berlin.
- Uhlig, S. - 1954 - : Die Wasserreserven unserer Böden im Frühjahr. In: *Die Wasserwirtschaft*, 44, 1954, Stuttgart.
- Uhlig, S. - 1956 - : Untersuchungsobjekt Bodenfeuchte. In: *Umschau in Wissenschaft und Technik*, 1956.
- Uhlig, S. - 1957 - : Acht Jahre Bodenfeuchte-Bestimmungen des Deutschen Wetterdienstes. In: *Meteorol. Rundschau*, 10, 1957, Berlin, Göttingen, Heidelberg.

- Vageler, P. - 1940 - : Die Böden Westafrikas vom Standpunkt der Catenamethode. In: Mitt.d. Gruppe Deutscher Kolonialwirtschaftlicher Unternehmungen, 2, 1940, Berlin.
- Walter, F. - 1953 - : Boden und Bodenanbau. In: Verh. d. Dt. Geographentages, Bd. 29, Deutscher Geographentag Essen 1953. Wiesbaden 1955.
- Walter, H. - 1960 - : Einführung in die Phytologie. Bd. III. Grundlagen der Pflanzenverbreitung, 1. Teil, Standortlehre (analytisch-ökologische Geobotanik), 2. Aufl. Stuttgart 1960.
- Walter, M. - 1953 - : Donk (Tung) als Flur- und Siedlungsname am Niederrhein, in Mitteldeutschland und in Baden. In: Verh. d. Dt. Geographentages, Bd. 29, Deutscher Geographentag Essen, Wiesbaden 1955.
- Walther, K. - 1954 - : Ernteertragsermittlungen in Ackerunkrautgesellschaften Nordwestdeutschlands. In: Angewandte Pflanzensoziologie, 8, 1954.
- Warming, E. - 1895 - : Plantesamfund.Grundtræk af den økologiske Plantegeografi. Kopenhagen 1895.
- Warming, E. - 1896 - : Ökologische Pflanzengeographie. Berlin 1896.
- Warming, E. - 1909 - : Oecology of Plants, Oxford 1909.
- Weber, H. - 1941 - : Zum gegenwärtigen Stand der Allgemeinen Ökologie. In: Naturwissenschaften, 29, 1941.
- Weber, H. - 1942 - : Organismus und Umwelt. In: Biologie, 11, 1942.
- Wedek, H. - 1964 - : Abgrenzbarkeit von Physiotopen durch Vegetationskomplexe. Diss., Münster 1964 (Manuskript).
- Wedek, H. - 1967 - : Zur Frage der Abgrenzbarkeit von Physiotopen durch Vegetationskomplexe. In: Schriftenreihe f. Vegetationskunde, H. 2, Bad Godesberg 1967.
- Weimann, R. - 1940 - : Grundlagen einer niederrheinischen Hydrologie. Archiv für Hydrobiologie, 37, 1940.
- Weischet, W. - 1955 - : Die Geländeklimate der Niederrheinischen Bucht und ihrer Rahmenlandschaften. In: Münch. Geograph. Hefte, 8, 1955.
- Winkler, E. - 1933- : Was ist Geographie? In: Bildung, 1, 1933/34.

- Winkler, E. - 1949 - : Hundert Jahre Landschaftsphysiologie.
In: Geographica Helvetica, 4, 1949, Bern 1949.
- Winkler, E. - 1949 - : Landschaftsökologie. In: Geographica Helvetica 4, 1949.
- Winterhoff, W. - 1963 - : Vegetationskundliche Untersuchungen im Göttinger Wald. In: Nachr. d. Akademie der Wissenschaften in Göttingen, Math.-Phys.Kl., 2, 1962, Göttingen 1963.
- Wohlrab, B. - 1960 - : Ein Beitrag zur Frage über die Auswirkungen wasserwirtschaftlicher Eingriffe auf die Bodenentwicklung. In: Zs. f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 90, 1960, H. 3.
- Wohlrab, B. - 1961 - : Das Grundwasser als Standortfaktor für die landwirtschaftliche Bodennutzung unter besonderer Berücksichtigung seiner Rolle bei der Wasserversorgung der Kulturen. In: Wasser und Boden, 13, 1961.
- Wohlrab, B. - 1967 - : Einwirkungen des Bergbaues auf Wasserhaushalt und Landwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung der deutschen Verhältnisse. In: Ber. z. dt. Landeskunde, 39, 1, 1967, Bad Godesberg.
- Wohlrab, B. und K. Bohn - 1956 - : Wechselbeziehungen zwischen Fluß- und Grundwasserständen am Niederrhein. In: Die Wasserwirtschaft, 47, 1956, Stuttgart.
- Zagwijn, W.H. - 1957 - : Vegetation, Climate and Timecorrelations in the Early Pleistocene of Europe. In: Geologie en Mijnbouw, N.S., 19, 1957, s'Gravenshage.
- Zschocke, H. - 1963 - : Die Waldhufensiedlungen am linken deutschen Niederrhein. In: Kölner Geogr. Arbeiten, H. 16, Wiesbaden 1963.

K a r t e n

- Betriebskarte des Staatsforst Xanten, Revierförsterbezirk Vluynbusch 1 : 10 000, Stand: 1.10.1952. Bearbeitet durch Herrmann und den Reviervorwarter, 1964 (unveröffentlicht, eingesehen im Forstamt Xanten)
- Bodenkarte für den Revierförsterbezirk Vluynbusch 1 : 10 000. Bearbeitet von H. Maas, 1952. (Unveröff., eingesehen im Forstamt Xanten)

- Bodentypenkarte für den Revierförsterbezirk Vluynbusch
1 : 10 000. Bearbeitet von H. Maas, 1952. (Unveröff. eingesehen im Forstamt Xanten)
- Bodenkarte auf der Grundlage der Bodenschätzung 1 : 5 000.
Blatt: Rheurdt, Vluynbusch, Rayen, Boschheide, Neukirchen-Nord, Moers-Nord (Koordinaten dieser Karten vgl. Abb. 1).
Bearbeitet nach den amtlichen Unterlagen der Bodenschätzung (1949-1951) und des Geologischen Landesamtes Nordrhein-Westfalen vom Regierungspräsidenten in Düsseldorf und dem Geologischen Landesamt Nordrhein-Westfalen, 1956/57, hrsg. vom Landesvermessungsamt NRW, 1958
- Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen 1 : 25 000. Blatt: Moers, 4505. Bearbeitet von H. Mertens. Bodenkundliche Aufnahme abgeschlossen 1959 (z.Zt. noch unveröffentlicht), eingesehen im Geologischen Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld
- Bohrkarte der bodenkundlichen Übersichtskartierung für Blatt Nr. 4504 (Nieukerk) 1 : 25 000 und dazugehöriges Bohrregister, aufgenommen 1955 von Dr.H. Mertens, Geologisches Landesamt, Krefeld
- Bohrkarte der bodenkundlichen Übersichtskartierung für Blatt Nr. 4505 (Moers) 1 : 25 000 und dazugehöriges Bohrregister, aufgenommen 1955 von Dr.H. Mertens, Geologisches Landesamt, Krefeld
- Feldreinblätter NW, SW, NO und SO 1 : 10 000 der bodenkundlichen Spezialkartierung für Blatt Nr. 4505 (Moers) und dazugehörige Bohrregister (2 Geologenbücher), aufgenommen 1958/59 von Dr.H. Mertens, Geologisches Landesamt, Krefeld
- Deutsche Grundkarte 1 : 5 000. Bl. Rheurdt, Vluynbusch, Rayen, Boschheide, Neukirchen-Nord, Moers-Nord (Koordinaten dieser Karten vgl. Abb. 1). Hrsg. vom Landesvermessungsamt NRW, 1953 ff
- Flurkarten des Urkatasters 1831 und neuesten Datums, verschiedenen Maßstabs, dazugehörige Liegenschaftsbücher und Mutterrollen. Eingesehen im Katasteramt Moers
- Gebietskarte 1 : 10 000. Zusammendruck, hergestellt aus Verkleinerungen 1 : 10 000 der Deutschen Grundkarte 1 : 5 000 durch das Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen, Bad Go-

desberg 1959. Bl. Vluyn/Repelen (2536 Rechts; 5700 Hoch).
 Bl. Aldekerk/Kamper Berg (2528 Rechts; 5700 Hoch)
 Geologische Karten 1 : 25 000. Bl. Nieukerk 2572 (ersch. 1894),
 Bl. Moers 2573 (ersch. 1928), Bl. Duisburg 2574 (ersch. 1930)
 Grundwasserkurven, Übersichtskarte 1 : 200 000. In: Entwässerungsplan für den linken Niederrhein, Homberg 1910
 Luftbildplan 1 : 5 000. Bl. Rheurdt, Vluynbusch, Rayen, Boschheide, Neukirchen-Nord, Moers-Nord (Koordinaten dieser Karten vgl. Abb. 1), Aufnahme 1962, hrsg. von Hansa Luftbild GmbH., Münster Westf.

Topographische Karte 1 : 25 000. Bl. 4504 Nieukerk (ersch. 1961), 4505 Moers (ersch. 1958), 4506 Duisburg (ersch. 1958), 4405 Rheinberg (ersch. 1960), 4406 Dinslaken (ersch. 1957), hrsg. vom Landesvermessungsamt NRW

Topographische Karte 1 : 50 000. L 4506 Duisburg 1961, L 4504 Moers 1961, L 4502 Geldern 1963, L 4704 Krefeld 1962, L 4706 Düsseldorf 1962, hrsg. vom Landesvermessungsamt NRW

Vegetationskarte 1 : 5 000. (Im Blattschnitt der Deutschen Grundkarte 1 : 5 000) Blätter: Rheurdt, Vluynbusch, Rayen, Boschheide, Neukirchen-Nord u. Moers-Nord (Koordinaten dieser Karten vgl. Abb. 1), aufgenommen 1950-1953 von Mitarbeitern der Bundesanstalt für Vegetationskartierung, bearbeitet von K. Meisel. Bundesanstalt (Zentralstelle) für Vegetationskartierung, Stolzenau/Weser 1955 (unveröffentlicht; von der Linksniederrheinischen Entwässerungsgenossenschaft Moers wurde mir in diese Karten Einsicht gewährt)

Wasserstufenkarte des Gebietes Moers 1 : 25 000 (Zusammen- druck, hergestellt aus 6 Teilblättern der Top. Karte 1 : 25 000, Bl. 4404; 4405; 4504; 4505; 4604; 4605). Nach Feldaufnahmen in den Jahren 1950 - 1953, bearbeitet von K. Meisel, Zentralstelle für Vegetationskartierung, Stolzenau/Weser, 1955..

Katalog
der Ökosystemtypen Nr. 1 - 26

A b k ü r z u n g e n

AZ=Ackerzahl, nach Bodenkarte auf Grundlage der Bodenschätzung
 BS=Basensättigung
 Dw=Durchwurzelbarkeit
 FG=Feuchtegrad/Durchschnitt
 GW=Grundwasserflurabstand/Jahresmittel
 GZ=Grünlandzahl, nach Bodenkarte auf der Grundlage
 der Bodenschätzung
 JGG=Jahresgang des Grundwasserspiegels
 ÖG=Ökotopegesellschaft
 ÖT=Ökosystemtyp
 St=Staunässe
 Ü =Überflutung
 WK=Wasserhaltende Kraft

E r l ä u t e r u n g e n

- 1.=Gesamtfläche in ha; % des Untersuchungsgebietes; Häufigkeit
- 2.=Stellung in Ökotopegesellschaft (Tab. 2)
- 3.=Physiotopische Lage
- 4.=Boden und Wasserhaltung (Material der Bodenbildung; Bodenartenschichtung; Bodentyp; Basensättigung; Durchwurzelbarkeit; wasserhaltende Kraft; Ackerzahl/Grünlandzahl)
- 5.=Messung der Bodenfeuchte: (a) 25.3.1968; (b) 13.4.1968; (c) 24.8.1968. Messung (a) am Ende einer niederschlagsreichen und kühlen Vorperiode; zwischen Messung (a) und (c) fiel fast kein Niederschlag, während die mittleren Tagestemperaturen allmählich von 4° auf 16°C anstiegen. Die Messungen erfassen den obersten dm des A-Horizontes. Die Bodenfeuchte wird in % des Trockengewichtes angegeben. Die Werte stellen Mittel aus mehreren Messungen am gleichen Standort mit gleicher Nutzung dar.
- 6.=Wasser (Überflutung; Staunässe; Feuchtegrad, mittl. Grundwasserflurabstand; Jahresgang des Grundwasserspiegels nach Daten der Linksniederrheinischen Entwässerungs-Genossenschaft, Moers)
- 7.=Vegetation
 - a.=Reale Vegetationsgesellschaft bei angegeb. Nutzung; Bezeichnung der Gesellschaften nach Meisel, K., 1960, 1963/64; Auswahl kennzeichnender Pflanzenarten, zusammengestellt nach Vegetationstabellen von Meisel, K., 1960
 - b.=Heutige potentielle natürliche Vegetationsgesellschaft; Auswahl kennzeichnender Pflanzenarten.

Ökosystemtyp Nr. 1

1. 10,9 ha; 0,5 %; 22.
2. Charakterart bei ÖG Nr. 2.
3. Kleine Mulden u. Dellen in alluv. Rinnen od. randl. von verland. Kuhlen, ständig feucht, zeitw. überflutet.
4. Niedermoortorf, z.T. in Wechsellagerung mit sand. - ton. Lehm; Niedermoor, BS mäß., Dw gering, sehr flach, WK sehr hoch, GZ 20-30.
5. Grünland: (a) 135,7 %; (b) 106,5 %, (c) 77,3 %.
6. Ü regelm., bes. im Winter u. in Feuchtperioden, FG sehr naß, GW 0-4 dm, JGG vgl. ÖT Nr. 2 u. 5.
7. a. Degradierter Erlenbruchwald:
Alnus glutinosa, *Fraxinus excelsior*, *Populus spec.*, *Solanum dulcamara*, *Lycopus europaeus*, *Carex elongata*, *Filipendula ulmaria*, *Phalaris arundinacea*, *Iris pseudacorus*, *Lysimachia vulgaris*, *Urtica dioica*, *Ranunculus repens*.

Rohrglanzgras-Wassergreiskraut-Wiese:

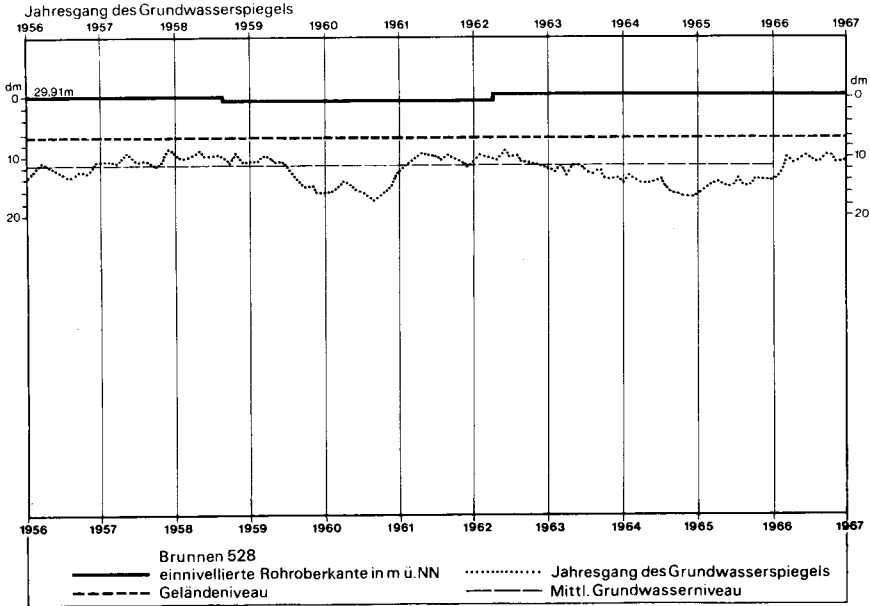
Glyceria maxima, *Phalaris arundinacea*, *Carex vesicaria*, *Caltha palustris*, *Myosotis palustris*, *Scirpus silvaticus*, *Senecio aquaticus*, *Rumex hydrolapathum*, *Poa palustris*, *Bromus racemosus*, *Juncus effusus*, *Cirsium palustre*, *Lychnis flos Cuculi*, *Filipendula ulmaria*, *Carex gracilis*, *Holcus lanatus*, *Poa trivialis*, *Rumex acetosa*.

7. b. Erlenbruchwald:

Alnus glutinosa, *Salix cinerea*, *Ribes nigrum*, (*Fraxinus excelsior*), *Carex elongata*, *Lycopus europaeus*, *Solanum dulcamara*, *Calamagrostis canescens*, *Filipendula ulmaria*, *Lysimachia vulgaris*, *Ranunculus repens*, *Carex acutiformis*, *Iris pseudacorus*, *Lythrum salicaria*, *Galium palustre*.

Ökosystemtyp Nr. 2

1. 42,7 ha; 1,8 %; 6.
2. Charakterart bei ÖG Nr. 2.
3. Grundwassernahe alluv. Rinnen im westl. Abschnitt, bes. am östl. Fuße des Schaephuysener Staachmoränenwalles u. nahe dem Littard Kendel.
4. Lehm. ton. Hochflutabl. mit zwischengeschalteten anmoor. od. reinen Niedermoortorflagen von Verlandungsprozessen; 2-4 dm anmoor. sand. Lehm bis Lehm üb. 5-12 dm schluffig ton. Lehm, sand. Lehm u. Niedermoortorf in Wechsellag. üb. Sand u. Kies der Niederterrasse; Anmoorgley od. Niedermoor; BS gut bis mäßig; Dw gering, flach; WK sehr hoch; GZ 30-40.
5. Grünland: (a) 72,4 %, (c) 57,6 %.
6. Ü bes. im Winterhalbjahr; FG naß; GW 4-8 dm.



7. a. Reine Wassergreiskraut-Wiese: *Bromus racemosus*, *Myosotis palustris*, *Senecio aquaticus*, *Scirpus silvaticus*, *Caltha palustris*, *Trifolium repens*, *Cynosurus cristatus*, *Lychnis flos cuculi*, *Cirsium palustre*, *Lotus uliginosus*, *Filipendula ulmaria*, *Ranunculus repens*, *Cardamine pratensis*, *Carex gracilis*, *Equisetum palustre*, *Lysimachia nummularia*, *Angelica silvestris*, *Alopecurus pratensis*, *Holcus lanatus*, *Festuca rubra*, *Rumex acetosa*, *Cerastium caespitosum*, *Ranunculus acer*, *Festuca pratensis*, *Poa trivialis*, *Lathyrus pratensis*; Kuckuckslichtnelken-Fuchsschwanz-Glatthafer-Wiese mit Schlanksegge: *Arrhenatherum elatius*, *Heracleum sphondylium*, *Crepis biennis*, *Pimpinella major*, *Lychnis flos cuculi*, *Lotus uliginosus*, *Filipendula ulmaria*, *Bromus hordaceus*, *Dactylis glomerata*, *Alopecurus pratensis*, *Cardamine pratensis*, *Ranunculus repens*, *Carex gracilis*, *Equisetum palustre*, *Holcus lanatus*, *Festuca rubra*, *Festuca pratensis*, *Poa trivialis*, *Vicia cracca*, *Ranunculus acer*; Bei guter Pflege und Vorflutregelung: Reine Kuckuckslichtnelken-Fuchsschwanz-Glatthafer-Wiese, vgl. ÖT Nr. 7 oder Feuchte Weidelgras-Weißklee-Weide, vgl. ÖT Nr. 4.

b. Übergang Erlenbruchwald zum Traubenkirschen-Erlen-(Eschen)-Wald: *Alnus glutinosa*, *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Corylus avellana*, *Crataegus spec.*, *Prunus padus*, *Ribes nigrum*, *Urtica dioica*, *Lysimachia vulgaris*, *Filipendula ulmaria*, *Glechoma hederacea*, *Iris pseudacorus*, *Lythrum salicaria*, *Anemone nemorosa*, *Stellaria holostea*.

Ökosystemtyp Nr. 3

1. 1,9 ha; 0,1 %; 4.
2. Begleitart bei ÖG Nr. 2 u. 3.
3. Kleine Dellen in alluv. Rinnen, Niedermoor, Grundwasserspiegel schwach abgesenkt.
4. 6-8 dm Niedermoortorf, oberflächl. vererdet, üb. Sand u. Kies; Niedermoor mit abgesenkt. Grundw.; BS mäß.-gering; Dw mäß., flach; WK sehr hoch; GZ 30-40.
6. Ü selten; FG naß; GW 6-8 dm; JGG vgl. ÖT Nr. 5.
7. a. Faulbaum-Erlen-Eichenwald, mit Eschen u. Pappeln aufgeforstet:
Fraxinus excelsior, Alnus glutinosa, Rhamnus frangula, Quercus robur, Carpinus betulus, Lonicera periclymenum, Iris pseudacorus, Carex acutiformis, Glechoma hederacea, Urtica dioica.
- b. Faulbaum-Erlen-Eichen-Wald:
Alnus glutinosa, Rhamnus frangula, Quercus robur, (Sorbus aucuparia, Carpinus betulus), Rubus spec., Lonicera periclymenum; Carex elongata, Carex remota, Lysimachia vulgaris, Calamagrotis canescens, Iris pseudacorus, Carex acutiformis, Glechoma hederacea, Anemone nemorosa, Milium effusum.

Ökosystemtyp Nr. 4

1. 10,6 ha; 0,4 %; 20.
2. Charakterart bei ÖG Nr. 3, Begleitart bei Nr. 2 u. 4.
3. In kleinen Vertiefungen der alluv. Rinnen u. Niederterrassenplatten, dauernd feucht, gelegentl. überstaut.
4. Lehm. ton. Hochflutablagg., z.T. mit eingelagerten dünnen Torfhorizonten; 2-4 dm ton. schluff. Lehm bis Lehm üb. 6-8 dm sand. Lehm bis Lehm, stellenw. mit Niedermoortorfzwischenlagen, üb. lehm. Sand, Sand u. Kies; Naßgley; BS hoch; Dw flach, mäß.; WK hoch; GZ 35-45.
5. Grünland: (a) 54,7 %, (c) 46,9 %.
6. Ü gelegentl., bes. nach Starkregen u. im Winterhalbjahr; St mäß. stark, Versickerung oberfl. gehemmt; FG naß; GW 6-10 dm; JGG vgl. ÖT Nr. 7 u. 8.
7. a. Feuchte Weidelgras-Weißklee-Weide, an feuchtesten Stellen mit Glyceria fluitans u. Carex fusca:
Trifolium repens, Cynosurus cristatus, Phleum pratense, Lychnis flos cuculi, Cirsium palustre, Lotus uliginosus, Juncus effusus, Carex leporina, Ranunculus repens, z.T. mit Glyceria fluitans, Holcus lanatus, Poa pratensis, Festuca pratensis, Poa trivialis, Cardamine pratensis, Carex fusca, Ranunculus acer, Rumex acetosa.
- Kuckuckslichtnelken-Fuchsschwanz-Glatthafer-Wiese: vgl. ÖT Nr. 7.

b. Eschenreicher Athyrium-Eichen-Hainbuchen-Wald mit Phalaris arundinacea:

Fraxinus excelsior, Quercus robur, Carpinus betulus, Corylus avellana, Crataegus monogyna, Crataegus oxyacantha, Cornus sanguinea; Phalaris arundinacea, Carex acutiformis, Iris pseudacorus, Rubus spec., Athyrium filix femina, Deschampsia caespitosa, Circaea lutetiana.

Ökosystemtyp Nr. 5

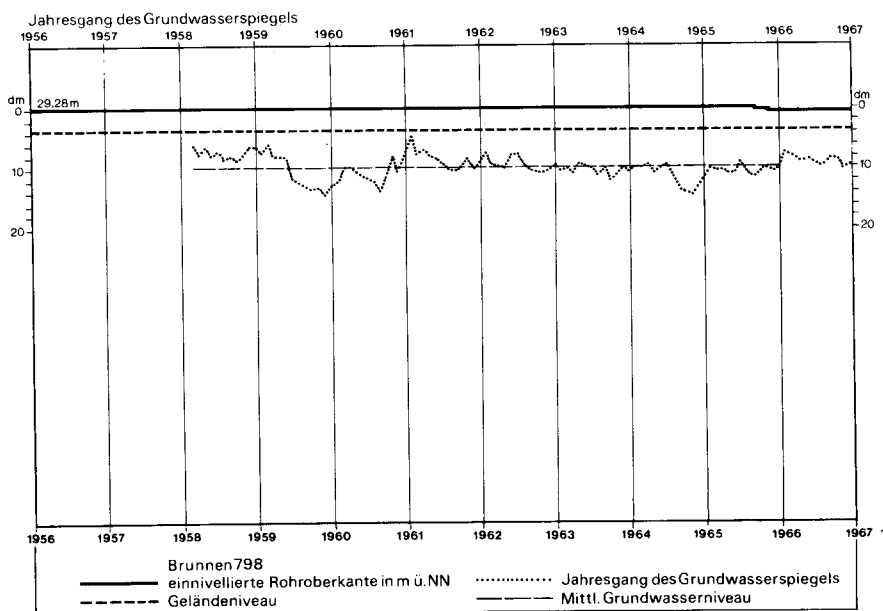
1. 5,9 ha; 0,2 %; 4.

2. Charakterart bei ÖG Nr. 2.

3. Randl., selten inmitten alluv. Rinnen, am Übergang zu sand. Standorten mit größ. Grundwasserflurabstand.

4. Niedermoortorf mit Sand vermischt üb. lehm. ton. Hochflut-ablag.; 4-8 dm anmoor., z.T. schwach lehm. Sand üb. 2-6 dm sand. bis schluff. Lehm in Wechsellagerung mit Niedermoortorf üb. Sand u. kies. Sand der Niederterrasse; Anmoorgley, Moorgley; BS mäß.; Dw mäß., tief; WK hoch; GZ 45-55.

6. Ü sehr selten; FG feucht; GW 6-10 dm.



7. a. Kuckuckslichtnelken-Fuchsschwanz-Glatthafer-Wiese: vgl. ÖT Nr. 7; Feuchte Weidelgras-Weißklee-Weide: vgl. ÖT Nr. 4; Weidelgras-Weißklee-Weide mit Wiesenschaumkraut bei guter Pflege: *Trifolium repens*, *Cynosurus cristatus*, *Phleum pratense*, *Dactylis glomerata*, *Trisetum flavescens*, *Ranunculus repens*, *Ranunculus acer*, *Alopecurus pratensis*, *Cardamine pratensis*, *Glechoma hederacea*, *Deschampsia caespitosa*, *Taraxacum officinale*, *Holcus lanatus*, *Poa trivialis*, *Lolium perenne*.

b. Übergang vom Traubenkirschen-Erlen-(Eschen)-Wald zum Erlen-Eichen-Wald: *Quercus robur*, *Alnus glutinosa*, (*Fraxinus excelsior*), *Corylus avellana*, *Crataegus spec.*, *Prunus padus*; *Lysimachia vulgaris*, *Filipendula ulmaria*, *Urtica dioica*, *Anemone nemorosa*, *Glechoma hederacea*, *Stellaria holostea*.

Ökosystemtyp Nr. 6.

1. 7,8 ha; 0,3 %; 5.

2. Begleitart bei ÖG Nr. 2.

3. Durch Sandaufschüttung künstl. veränd. Parzellen in alluv. Rinnen mit torf. Untergrund, vor allem in der feuchten Niederung östl. des Schaephuysener Stauchmoränenwalles.

4. Roter Sand üb. Niedermoortorf; 4-8 dm Sand bis schwach lehm. Sand üb. 6-12 dm Niedermoortorf, z.T. mit eingelagerten dünnen, lehm.-ton. Zwischenhorizonten, üb. Sand u. kies. Sand; künstl. veränderter Boden üb. Niedermoor; BS im sand. Oberboden gering, in der torf. Unterlage mäß. bis gut, durch aufsteigendes Grundwasser werden oberen Horizonten Nährstoffe zugeführt; Dw flach; WK gering in sand. Auflage, hoch in torf. Untergrund; GZ 35-50.

6. FG feucht; GW 6-10 dm; JGG vgl. ÖT Nr. 7.

7. a. Weidelgras-Weißklee-Weide mit Wiesenschaumkraut: vgl. ÖT Nr. 5;

b. Erlen-Eichen-(Hainbuchen)-Wald: *Alnus glutinosa*, *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Carpinus betulus*, *Crataegus spec.*; *Stellaria holostea*, *Anemone nemorosa*, *Oxalis acetosella*, *Deschampsia caespitosa*, *Milium effusum*, *Filipendula ulmaria*, *Athyrium filix femina*.

Ökosystemtyp Nr. 7

1. 11,6 ha; 0,5 %; 6.

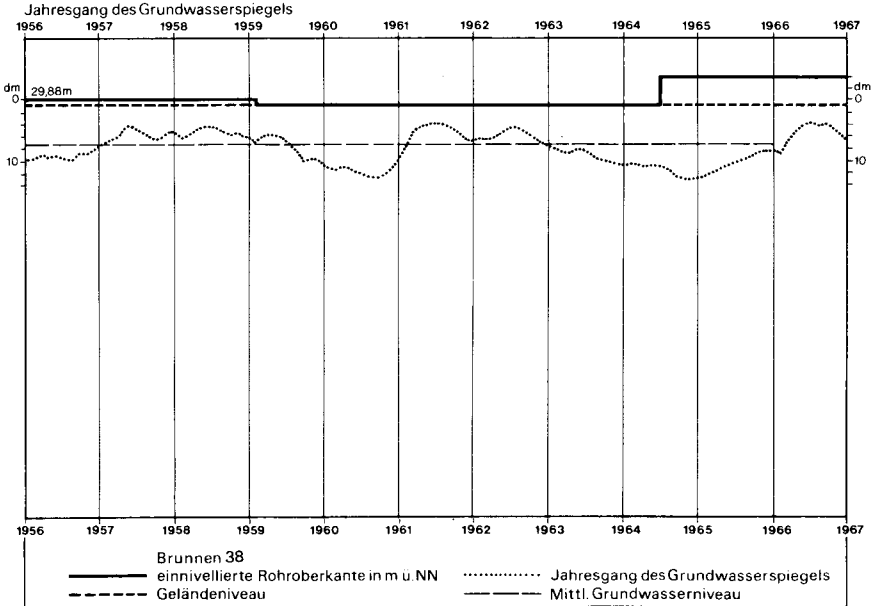
2. Begleitart bei ÖG Nr. 2,3,5.

3. Randl. von feuchten alluv. Rinnen.

4. Alluv. Sandablag. der Rinnen, z.T. Flugsand, am östl. Fuß des Schaephuysener Höhenzuges Kolluvium; 4-8 dm schluff. Sand bis lehm. Sand üb. Sand und Kies; Gley; BS gering -mäß., durch aufsteigendes Grund- u. Kapillarwasser Nährstoffzufuhr; Dw gut, mäßig tief; WK gering; GZ 45-55.

5. Grünland: (a) 34,0 %; (b) 28,1 %; (c) 15,4 %.

6. FG feucht bis frisch; GW 5-10 dm.



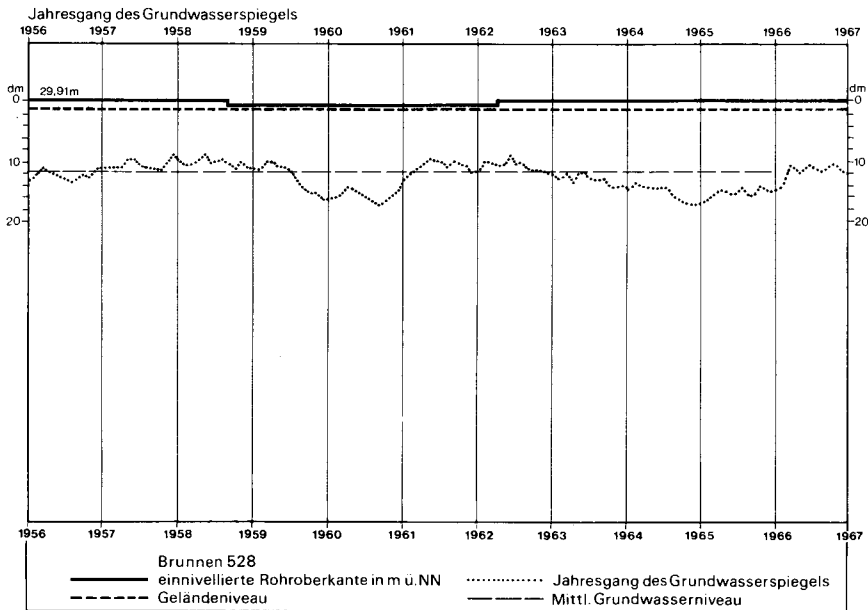
7. a. Weidelgras-Weißklee-Weide mit Wiesenschaumkraut: vgl. ÖT Nr. 5; Reine Kuckuckslichtnelken-Fuchsschwanz-Glatthafer-Wiese: *Arrhenatherum elatius*, *Heracleum sphondylium*, *Galium molugo*, *Crepis biennis*, *Pimpinella major*, *Anthriscus silvestris*, *Pastinaca sativa*, *Tragopogon silvestris*, *Trifolium repens*, *Lychnis flos cuculi*, *Cirsium palustre*, *Lotus uliginosus*, *Filipendula ulmaria*, *Juncus effusus*, *Ranunculus repens*, *Ranunculus acer*, *Alopecurus pratensis*, *Cardamine pratensis*, *Glechoma hederacea*, *Lysimachia nummularia*, *Deschampsia caespitosa*, *Festuca rubra*, *Holcus lanatus*, *Poa trivialis*, *Taraxacum officinale*.

Bei guter Pflege u. Vorflutregelung: Reine Weidelgras-Weißklee-Weide: vgl. ÖT Nr. 12 oder Reine Fuchsschwanz-Glatthafer-Wiese: vgl. ÖT Nr. 8.

b. Übergang vom Erlen-Eichen-(Hainbuchen)-Wald zum feuchten artenarmen Eichen-Hainbuchen-Wald: *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica*, *Alnus glutinosa*, *Acer pseudoplatanus*, *Sorbus aucuparia*, *Corylus avellana*; *Stellaria holostea*, *Anemone nemorosa*, *Athyrium filix femina*, *Carex remota*, *Deschampsia caespitosa*, *Milium effusum*, *Oxalis acetosella*, *Lysimachia vulgaris*, *Filipendula ulmaria*, *Circaea lutetiana*, *Lonicera periclymenum*.

Ökosystemtyp Nr. 8

1. 33,5 ha; 1,4 %; 13.
2. Charakterart bei ÖG Nr. 3.
3. Geolog. junge Sandablag. od. künstl. Sandaufschüttungen in feuchten alluv. Rinnen od. Niederungen; am östl. Fuße des Schaephuysener Höhenzuges vermengt mit kolluv. Material.
4. Lehm. Sand bis Sand unterschiedl. Herkunft üb. Hochflut-ablag.; 4-8 dm lehm. Sand bis Sand üb. 4-6 dm schluff. Sand bis schwach ton. Feinsand üb. Sand u. Kies; Braunerde-Gley od. Parabraunerde-Gley; BS mäß., im Unterboden Zufuhr von Nährstoffen durch aufsteig. Grund- u. Kapillarwasser; Dw gut, mäßig tief; WK mäßig - gering; AZ 45-55; GZ 40-50.
5. Grünland: (a) 33,5 %; (c) 15,9 %.
6. FG frisch; GW 8-13 dm.



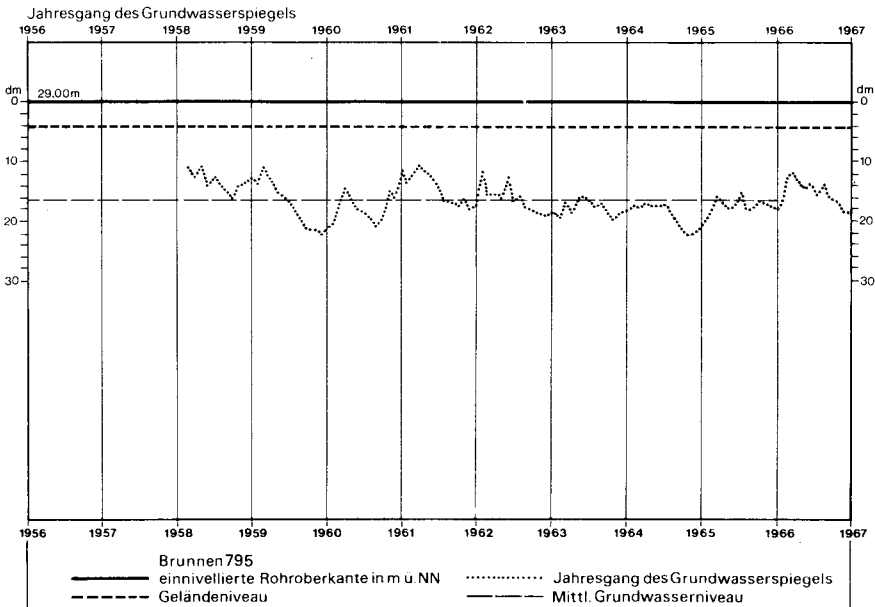
7. a. Reine Weidelgras-Weißklee-Weide: vgl. ÖT Nr. 12.
 Reine Fuchsschwanz-Glatthafer-Wiese: *Arrhenatherum elatius*,
Heracleum sphondylium, *Anthriscus silvestris*, *Pimpinella*
major, *Crepis biennis*, *Galium mollugo*, *Pastinaca sativa*,
Tragopogon pratensis, *Trifolium repens*, *Dactylis glomerata*,
Chrysanthemum leucanthemum, *Trisetum flavescens*, *Ranunculus*
repens, *Alopecurus pratensis*, *Glechoma hederacea*, *Taraxacum*
officinale, *Bellis perennis*, *Holcus lanatus*, *Festuca rubra*,

Rumex acetosa, Poa pratensis, Festuca pratensis, Poa trivialis, Plantago lanceolata, Ranunculus acer; Reine Erdrauch-od. Reine Kamillen-Gesellschaft bei Acker-nutzung: vgl. ÖT Nr. 21.

b. Artenarmer feuchter Eichen-Hainbuchen-Wald: Quercus. robur, Carpinus betulus, Fagus silvatica, Prunus avium, Sorbus aucuparia, Corylus avellana, Rhamnus frangula; Athyrium filix femina, Deschampsia caespitosa, Carex remota, Milium effusum, Poa nemoralis, Lonicera periclymenum, Oxalis acetosella, Viola silvestris, Stellaria holostea.

Ökosystemtyp Nr. 9

1. 25,6 ha; 1,1 %; 6.
2. Begleitart bei ÖG Nr. 2 u. 3.
3. Kleine Flugsandaufwehungen am Rande grundwassernaher alluv. Rinnen, meist am östl. Ufer.
4. Flugsand, äolisch umgelag. Hochflutsande; 8-12 dm sehr schwach lehm. Sand üb. 0-6 dm lehm. Sand üb. Sand u. Kies; Braunerde, stellenw. Gley-Braunerde; BS gering, im Unterboden Zufuhr von Nährstoffen durch zeitw. aufsteigendes Grund- u. Kapillarwasser; Dw gut, tief; WK gering - sehr gering; AZ 25-35.
5. Ackerland: (a) 16,9 %; (b) 12,4 %; (c) 7,3 %.
6. FG trocken; GW 12-18 dm.



7. a. Reine Spark-Wucherblumen-Gesellschaft bei Sommerfrucht: vgl. ÖT Nr. 23; Kamillengesellschaft mit Knäuelkraut und/oder Reiherschnabel: vgl. ÖT Nr. 23.

b. Adlerfarn-Eichen-Hainbuchen-Wald: *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica*, *Sorbus aucuparia*, *Crataegus monogyna*, *Sambucus racemosa*, *Rhamnus frangula*, *Rubus spec.*; *Pteridium aquilinum*, *Teucrium scorodonia*, *Hedera helix*, *Polygonatum multiflorum*, *Milium effusum*, *Holcus mollis*, *Deschampsia flexuosa*, *Lonicera periclymenum*.

Ökosystemtyp Nr. 10

1. 71,6 ha; 3,0 %; 16.

2. Charakterart bei ÖG Nr. 3.

3. In grundwassernahen alluv. Rinnen u. Niederterrassenplatten, bes. im Littard Gebiet u. in Bergsenkungsmulden.

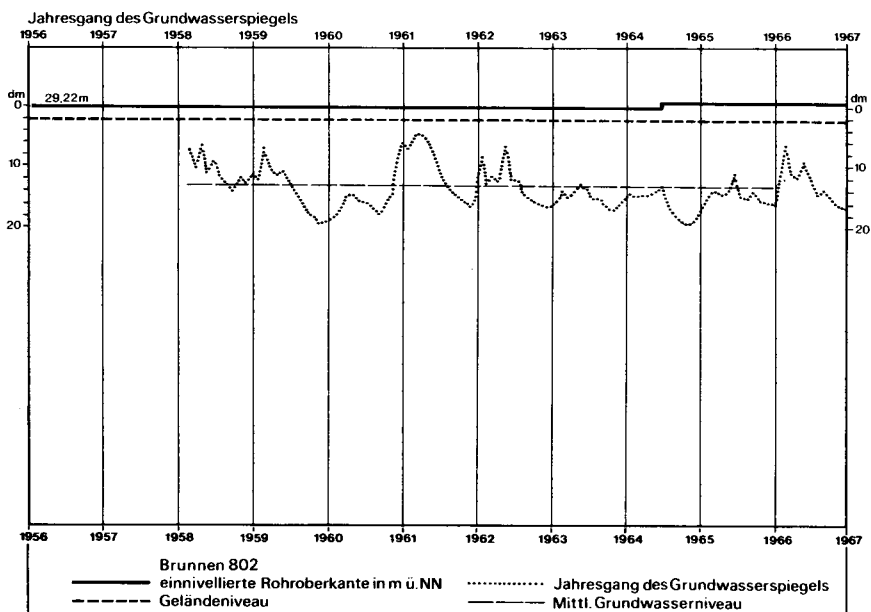
4. Ton. lehm. Hochflutablager.; 2-3 dm schwach sand. Lehm bis Lehm üb. 6-8 dm Lehm bis ton. Lehm, z.T. mit dünnen torf. Zwischenhorizonten, üb. Sand u. Kies der Niederterrasse; Gley; BS hoch - sehr hoch; Dw gut, mäß. tief; WK hoch; GZ 50-60.

5. Wald: (a) 46,9 %; (c) 42,7 %

Grünland: (a) 42,2 %; (b) 37,6 %; (c) 29,3 %.

Ackerland: (a) 36,0 %; (c) 28,9%.

6. St mäß.; FG feucht; GW 8-12 dm.



7. a. Reine Kuckuckslichtnelken-Fuchsschwanz-Glatthafer-Wiese: vgl. ÖT Nr. 7.

Feuchte Weidelgras-Weißklee-Weide: vgl. ÖT Nr. 4; bei guter Pflege u. Wasserregulierung: Reine Fuchsschwanz-Glatthafer-Wiese: vgl. ÖT Nr. 8 oder Reine Weidelgras-Weißklee-Weide: vgl. ÖT Nr. 12.

b. Artenreicher feuchter Eichen-Hainbuchen-Wald mit Aronstab: *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Carpinus betulus*, *Prunus avium*, *Fagus sylvatica*, *Cornus sanguinea*, *Corylus avellana*, *Viburnum opulus*, *Crataegus spec.*, *Evonymus europaeus*, *Rosa canina*; *Stellaria holostea*, *Festuca gigantea*, *Geum urbanum*, *Potentilla sterilis*, *Ranunculus auricomus*, *Athyrium filix femina*, *Deschampsia caespitosa*, *Viola silvestris*, *Glechoma hederacea*, *Lamium galeobdolon*, *Melica uniflora*, *Milium effusum*, *Sanicula europaea*, *Primula elatior*, *Stachys sylvatica*, *Circaea lutetiana*, *Asperula odorata*, *Arum maculatum*.

Ökosystemtyp Nr. 11

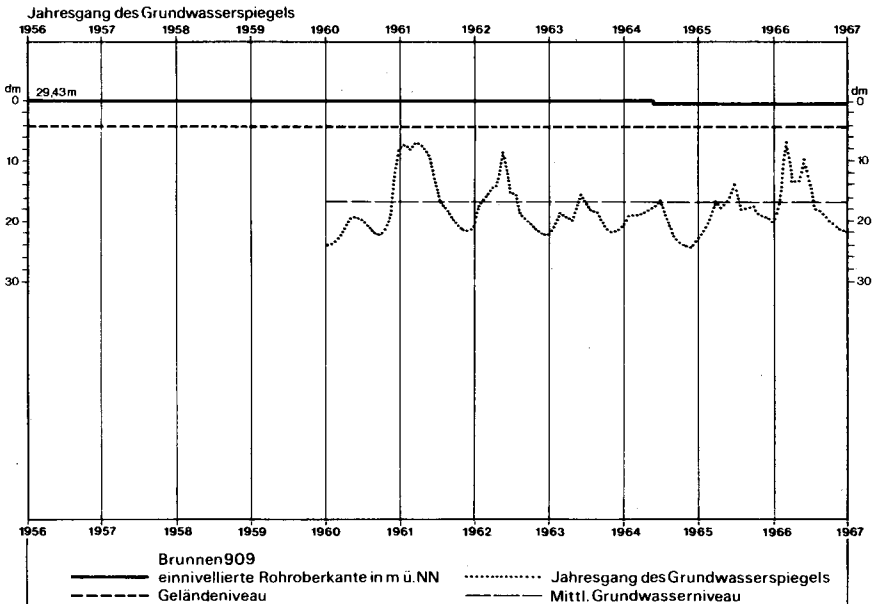
1. 5,5 ha; 0,2 %; 6.

2. Begleitart bei ÖG Nr. 3.

3. Mulden u. Dellen in grundwassernahen Niederterrassenplatten im Littard Gebiet und in Vluybusch.

4. Ton. lehm. Hochflutablag.; 2-3 dm schluff. bis sand. Lehm üb. 6-8 dm stark schluff. bis ton. Lehm üb. Sand u. Kies der Niederterrasse; Gley; BS hoch; Dw gut, mäßig tief; WK hoch; GZ 45-55.

6. Ü selten, kurzfristig, im Winterhalbjahr; St mäß. - stark; FG feucht; GW 10-14 dm.

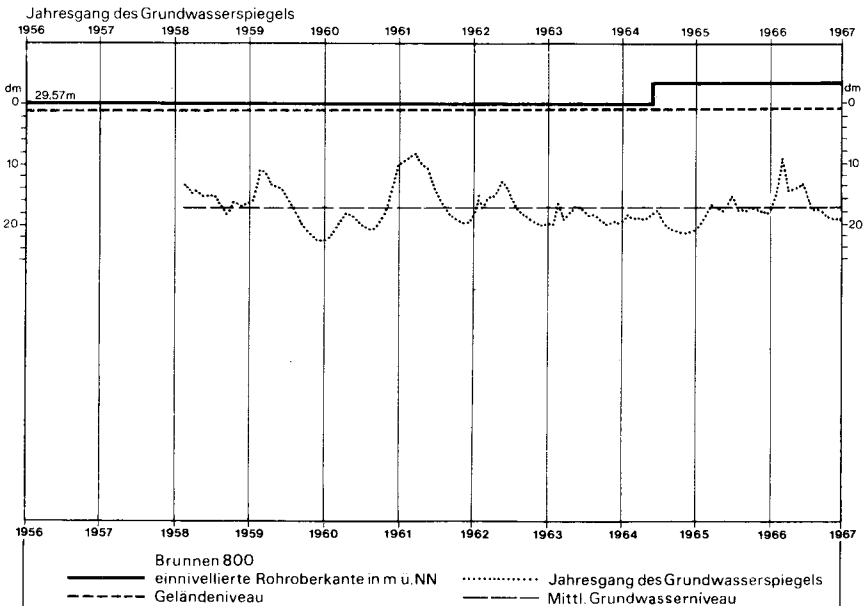


7. a. Weidelgras-Weißklee-Weide mit Wiesenschaumkraut: vgl. ÖT Nr. 5; bei guter Pflege Reine Weidelgras-Weißklee-Weide: vgl. ÖT Nr. 12 oder Reine Fuchsschwanz-Glatthafer-Wiese: vgl. ÖT Nr. 8.

b. Mäßig artenreicher feuchter Eichen-Hainbuchen-Wald mit *Lamium galeobdolon* u. *Cardamine pratensis*: *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Carpinus betulus*, *Prunus avium*, *Fagus silvatica*, *Corylus avellana*, *Viburnum opulus*, *Crataegus spec.*, *Evonymus europaeus*; *Stellaria holostea*, *Festuca gigantea*, *Geum urbanum*, *Potentilla sterilis*, *Ranunculus auricomus*, *Athyrium filix femina*, *Deschampsia caespitosa*, *Viola silvestris*, *Glechoma hederacea*, *Lamium galeobdolon*, *Melica uniflora*, *Milium effusum*, *Cardamine pratensis*.

Ökosystemtyp Nr. 12

1. 119,7 ha; 5,0 %; 20.
2. Charakterart bei ÖG Nr. 3; Begleitart bei ÖG Nr. 4 u. 5.
3. Grundwassernahe Niederterrassenplatten.
4. Ton. lehm. Hochflutablag.; 2-4 dm sand. Lehm üb. 6-8 dm stark schluff. bis ton. Lehm üb. Sand u. kies. Sand; Gley mit schwach abgesenkt. Grundw., Parabraunerde-Gley; BS hoch; Dw gut, tief; WK hoch; AZ 50-55; GZ 45-55.
5. Wald: (a) 40,2 %; (c) 36,9 %.
Grünland: (a) 32,3 %; (c) 21,9 %.
Ackerland: (a) 27,1 %; (b) 20,5 %; (c) 15,6 %.
6. St mäß.; FG feucht - frisch; GW 13-20 dm.



7. a. Reine Weidelgras-Weißklee-Weide: *Trifolium repens*, *Cynurus cristatus*, *Phleum pratense*, *Ranunculus repens*, *Taraxacum officinale*, *Bellis perennis*, *Holcus lanatus*, *Festuca rubra*, *Festuca pratensis*, *Poa pratensis*, *Poa trivialis*, *Lolium perenne*, *Agrostis tenuis*, *Plantago lanceolata*, *Ranunculus acer*; bei Mähweiden treten hervor: *Dactylis glomerata*, *Trisetum flavescens*, *Achillea millefolium*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Trifolium dubium*.

Reine Fuchsschwanz-Glatthafer-Wiese: vgl. ÖT Nr. 8; bei Ackernutzung: Ackerfuchsschwanz-Erdrauch-Gesellschaft mit Ackermünze bei Winterfrucht: vgl. ÖT Nr. 14; Ackerfuchsschwanz-Kamillen-Gesellschaft bei Winterfrucht: vgl. ÖT Nr. 14.

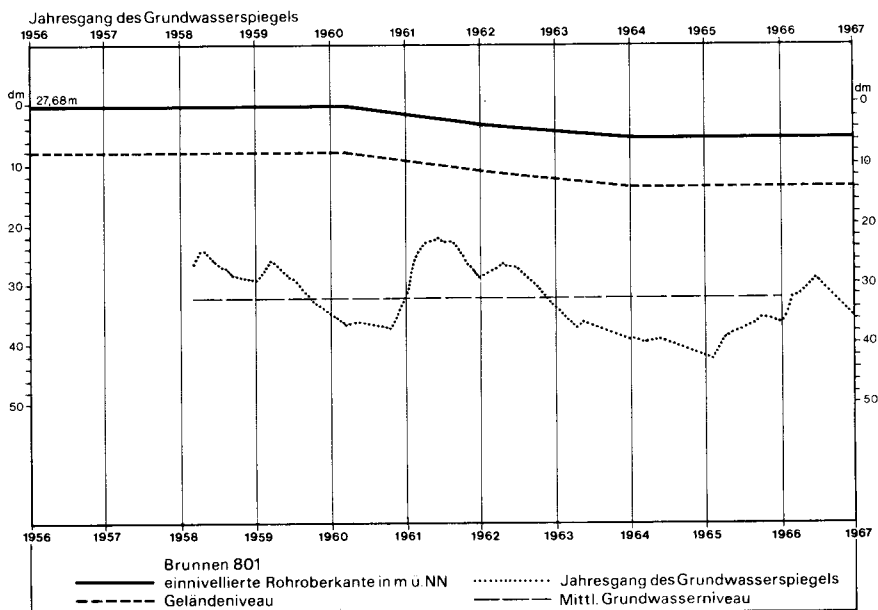
b. *Athyrium*-Eichen-Hainbuchen-Wald mit *Lamium galeobdalon*: *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Fagus silvatica*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus avium*, *Acer pseudoplatanus*, *Sorbus aucuparia*, *Corylus avellana*, *Sambucus racemosa*, *Crataegus spec.*; *Athyrium filix femina*, *Deschampsia caespitosa*, *Carex remota*, *Melica uniflora*, *Viola silvestris*, *Milium effusum*, *Hedera helix*, *Polygonum multiflorum*, *Poa nemoralis*, *Oxalis acetosella*, *Stellaria holostea*, *Geum urbanum*, *Lonicera periclymenum*.

Ökosystemtyp Nr. 13

1. 37,1 ha; 1,5 %; 7.

2. Begleitart bei ÖG Nr. 4,5,8,9.

3. Einst feuchte Abschnitte alluv. Rinnen, durch Grundwasserabsenkung trocken gefallen, verändert.



4. Sand. lehm. Hochflutablag. des Alluv. üb. Lehm u. Nieder-
moortorf in Wechsellag.; 2-4 dm stark humos. lehm. Sand bis
sand. Lehm üb. 0-4 dm sand. Lehm bis Lehm üb. 5-8 dm zer-
setztem Niedermoortorf mit Lehm od. sand. Lehm in Wechsellag.
üb. Sand u. Kies; Anmoorgley mit abgesenk. Grundw.; BS hoch;
Dw gut, mäßig tief; WK sehr hoch; GZ 40-55.

5. Grünland: (a) 50,8 %; (b) 41,6 %; (c) 30,8 %.

6. FG frisch; GW 14-20 dm.

7. a. Reine Weidelgras-Weißklee-Weide: vgl. ÖT Nr. 12;
Reine Fuchsschwanz-Glatthafer-Wiese; vgl. ÖT Nr. 8.

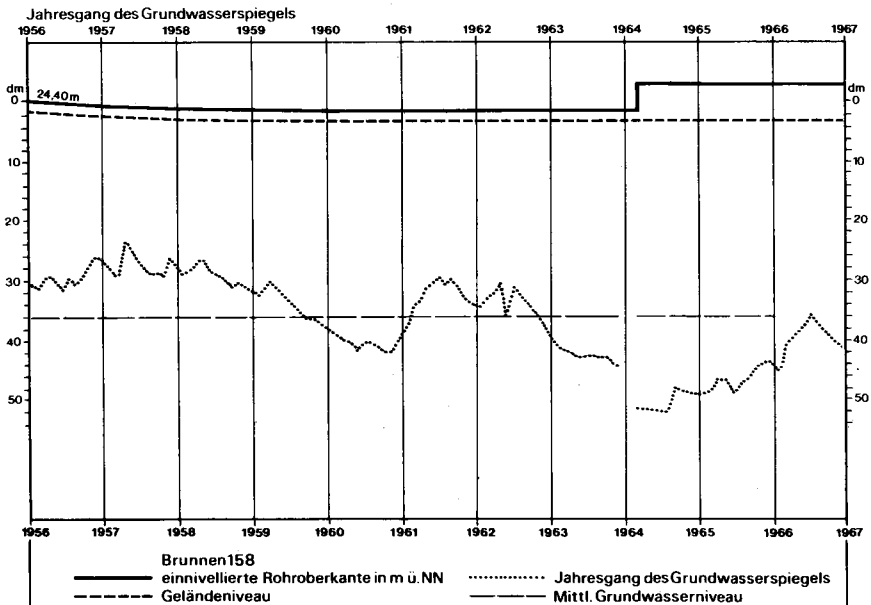
b. Degradationsstadien des Traubenkirschen-Erlen-Eschen-Wal-
des, Übergang zum frischen Eichen-Hainbuchen-Wald reicher Aus-
bildung: *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Carpinus betulus*,
Prunus padus, *Viburnum opulus*, *Fagus sylvatica*, *Corylus avel-
lana*, *Sambucus nigra*, *Evonymus europaea*, *Crataegus spec.*; *Ur-
tica dioica*, *Deschampsia caespitosa*, *Filipendula ulmaria*,
Glechoma hederacea, *Iris pseudacorus*, *Stellaria holostea*,
Lamium galeobdolon, *Viola silvestris*, *Ranunculus ficaria*,
Arum maculatum, *Athyrium filix femina*, *Milium effusum*.

Ökosystemtyp Nr. 14

1. 117,3 ha; 4,9 %; 7.

2. Charakterart bei ÖG Nr. 9; Begleitart bei ÖG Nr. 4 u. 5.

3. Großflächig im histor. Überflutungsbereich des Moersbaches,
stellenw. in weniger breiten Kendelrinnen, Grundw. abgesenkt,
Ü unterbunden.



4. Tonige Hochflutablag.; 1-2 dm Lehm bis ton. Lehm üb. 6-10 dm lehm. Ton üb. Sand u. Kies; Pelosol-Gley, Gley mit abgesenk. Grundw.; BS hoch; Dw mäß., flach; WK hoch, Bodenwasser haftet sehr fest an Bodenpartikeln, so daß es den Pflanzenwurzeln nur in geringem Ausmaß verfügbar ist, oberflächl. Austrocknung u. Bildung von Trockenrissen, schwer zu bearbeiten; GZ 45-55.

5. Grünland: (a) 43,9 %; (b) 34,0 %; (c) 29,0 %;
Ackerland: (a) 28,2 %; (b) 21,9 %; (c) 17,5 %.

6. Ü gegenwärtig durch Grundwasserabsenkung u. Eintiefung der Gräben unterbunden; St mäß.-stark; FG feucht-frisch; GW über 20 dm.

7. a. Reine Mittelwegerich-Weißklee-Weide: *Trifolium repens*, *Cynosurus cristatus*, *Phleum pratensis*, *Achillea millefolium*, *Trisetum flavescens*, *Alopecurus pratensis*, *Holcus lanatus*, *Festuca rubra*, *Festuca pratensis*, *Poa trivialis*, *Agrostis tenuis*, *Rumex acetosa*, *Ranunculus bulbosus*, *Plantago media*, *Taraxacum officinale*, *Bellis perennis*, *Cerastium caespitosa*; bei guter Pflege auch Reine Weidelgras-Weißklee-Weide: vgl. ÖT Nr. 12.

Ackerfuchsschwanz-Erdrauch-Gesellschaft mit Ackerminze bei Ackernutzung/Sommerfrucht: *Fumaria officinalis*, *Mentha arvensis*, *Euphorbia helioscopia*, *Stellaria media*, *Atriplex patula*, *Alopecurus myosuroides*, *Anthemis cotula*, *Stachys palustris*, *Ranunculus repens*, *Lamium purpureum*, *Anagallis arvensis*, *Chenopodium album*, *Capsella bursa pastoris*, *Sinapis arvensis*, *Cirsium arvense*; Ackerfuchsschwanz-Kamillen-Gesellschaft mit Ackerminze bei Ackernutzung/Winterfrucht: *Matricaria chamomilla*, *Alchemilla arvensis*, *Atriplex patula*, *Alopecurus myosuroides*, *Anthemis cotula*, *Mentha arvensis*, *Stachys palustris*, *Ranunculus repens*, *Centaurea cyanus*, *Polygonum convolvulus*, *Stellaria media*, *Anagallis arvensis*, *Myosotis arvensis*.

b. Artenreicher Eichen-Hainbuchen-Wald mit Aronstab: vgl. ÖT Nr. 10.

Ökosystemtyp Nr. 15

1. 160,0 ha; 6,7 %; 18.

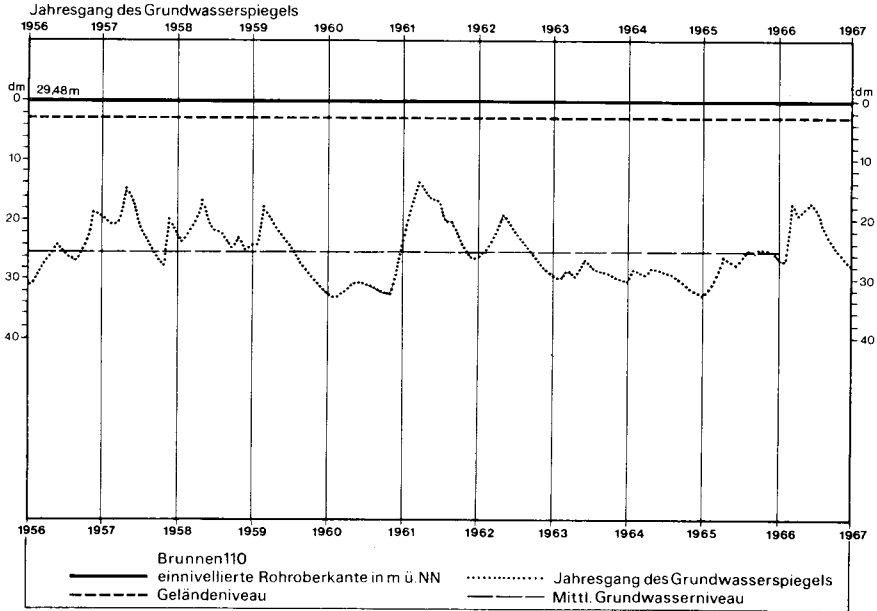
2. Charakterart bei ÖG Nr. 4; Begleitart bei ÖG Nr. 5 u. 9.

3. Westl. des Schwanenbrück-Kendels auf Niederterrassenplatten, östl. davon in alluv. Rinnen, ehemals feucht, nach Grundwasserabsenkung Verdichtung u. Perkulationshemmung.

4. Ton. lehm. Hochflutablag.; 2-4 dm stark sand. Lehm üb. 4-6 dm schluff. Lehm bis ton. Lehm üb. Sand u. kies. Sand; Gley mit abgesenk. Grundw., Parabraunerde-Gley; BS mäß. bis hoch; Dw mäß., infolge Verdichtung im Unterboden nicht tief; WK hoch; AZ 45-55; GZ 45-55.

5. Wald: (a) 45,5 %; (b) 37,3%; (c) 33,3 %;
Grünland: (a) 37,6 %; (b) 27,0 %; (c) 22,2 %;
Ackerland: (a) 25,6 %; (b) 18,6 %; (c) 13,7 %.

6. St mäßig, Feuchtphase im Winter; FG frisch, zeitw. feucht infolge Perkulationshemmung; GW üb. 20 dm.

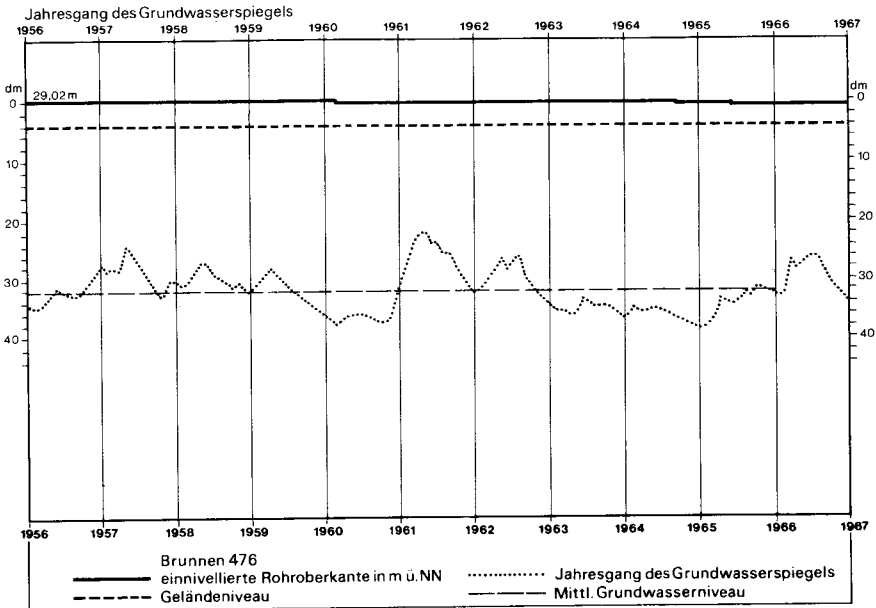


7. a. Reine Weidelgras-Weißklee-Weide: vgl. ÖT Nr. 12;
 Reine Fuchsschwanzglatthafer-Wiese: vgl. ÖT Nr. 8;
 Reine Ackerfuchsschwanz-Erdrauch-Gesellschaft bei Acker-
 nutzung/Sommerfrucht: *Fumaria officinalis*, *Alopecurus myosu-
 roides*, *Euphorbia helioscopia*, *Lamium purpureum*, *Veronica
 agrestis*, *Anthemis cotula*, *Atriplex patula*, *Sonchus asper*,
Chenopodium album, *Capsella bursa-pastoris*, *Senecio vulgaris*,
Polygonum convolvulus, *Stellaria media*, *Thlaspi arvense*,
Sinapis arvensis, *Anagallis arvensis*;
 Reine Ackerfuchsschwanz-Kamillen-Gesellschaft bei Acker-
 nutzung/Winterfrucht: *Matricaria chamomilla*, *Alchemilla
 arvensis*, *Atriplex patula*, *Alopecurus myosuroides*, *Anthemis
 cotula*, *Veronica hederifolia*, *Centaurea cyanus*, *Apera spica-
 venti*, *Polygonum convolvulus*, *Stellaria media*, *Polygonum
 aviculare*, *Cirsium arvense*.

b. Reiner *Athyrium*-Eichen-Hainbuchen-Wald: *Quercus robur*,
Carpinus betulus, *Fagus sylvatica*, *Prunus avium*, *Sorbus
 aucuparia*, *Acer pseudoplatanus*, *Corylus avellana*, *Sambucus
 racemosa*, *Rhamnus frangula*; *Athyrium filix femina*, *Dechamp-
 sia caespitosa*, *Carex remota*, *Viola silvestris*, *Milium ef-
 fusum*, *Poa nemoralis*, *Circaea lutetiana*, *Hedera helix*, *Rubus
 spec.*, *Lonicera periclymenum*.

Ökosystemtyp Nr. 16

1. 175,8 ha; 7,3 %; 18.
2. Charakterart bei ÖG Nr. 4, Begleitart bei ÖG Nr. 5 u. 9.
3. Westl. des Schwanenbrücks-Kendels auf Niederterrassenplatten, östl. davon in Kendelrinnen; einst grundwassernahe, feuchte Standorte; sie neigen heute nach Grundwasserabsenk. zu Perkulationshemmung u. Pseudovergleyung.
4. Sand.lehm. Hochflutablag.; 3-4 dm stark lehm. Sand bis stark sand. Lehm üb. 3-6 dm sand. Lehm bis schluff. Lehm üb. Sand u. Kies; Gley mit abgesenk. Grundw., Parabraunerde-Gley; BS hoch; Dw gut, durch Verdichtungshorizonte schwach beeinträchtigt; WK mäß.-hoch; AZ 55-65; GZ 45-55.
5. Ackerland: (a) 19,3 %; (b) 15,2 %; (c) 10,1 %.
6. St schwach-mäß. infolge Verdichtungen in fossilen Gleyreduktionshorizonten, Feuchtphase im Winter; FG frisch; GW üb. 20 dm.



7. a. Reine Mittelwegerich-Weißklee-Weide: vgl. ÖT Nr. 14;
Reine Ackerfuchsschwanz-Erdrauch- bzw. -Kamillen-Gesellschaft:
vgl. ÖT Nr. 15.

b. Übergang vom Athyrium-Eichen-Hainbuchen-Wald zum Asperula-Buchenwald: *Quercus robur*, *Fagus silvatica*, *Carpinus betulus*, *Acer pseudoplatanus*, *Prunus avium*, *Corylus avellana*; *Athyrium filix femina*, *Lamium galeobdolon*, *Deschampsia caespitosa*, *Circaea lutetiana*, *Hedera helix*, *Asperula odorata*, *Viola silvestris*, *Stellaria holostea*, *Melica uniflora*, *Milium effusum*.

Ökosystemtyp Nr. 17

1. 196,0 ha; 8,2 %; 30.

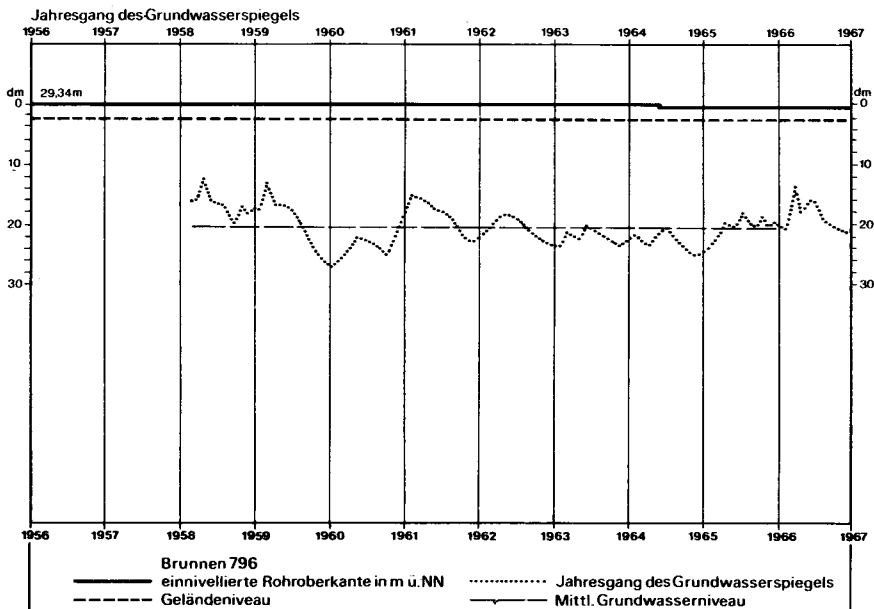
2. Charakterart bei ÖG Nr. 4 u. 9; Begleitart bei ÖG Nr. 5, 6, 8.

3. Westl. des Heistershofgrabens auf Niederterrassenplatten, östl. davon in Kendelrinnen, Standorte bis in jüngste Zeit schwach Grundwasser beeinflusst, durch Grundwasserabsenkung gegenwärtig trocken, schwache Perkolationshemmung im ehemal. Gleyreduktionshorizont.

4. Sandige Hochflutablag., meist äolisch umgelagert, üb. feinkörn. Hochflutablag.; 4-6 dm lehm. Sand bis schwach lehm. Sand üb. 7-9 dm sand. Lehm bis schluff. Lehm üb. Sand u. Kies; Parabraunerde-Gley mit abgesenk. Grundw.; BS mäß.; Dw tief; WK mäß.; AZ 55-65; GZ 35-45.

5. Wald: (a) 39,8 %; (b) 31,4 %; (c) 30,2 %;
Grünland: (a) 36,2 %; (b) 24,0 %; (c) 16,0 %;
Ackerland: (a) 20,5 %; (c) 12,2 %.

6. St. schwach, Feuchtphase im Winter; FG frisch; GW 15-25 dm.



7. a. Reine Mittelwegerich-Weißklee-Weide: vgl. ÖT Nr. 14:
Reine Weidelgras-Weißklee-Weide bei guter Pflege: vgl.
ÖT Nr. 12; Reine Erdrauch-Gesellschaft bei Ackernutzung/Som-
merfrucht: vgl. ÖT Nr. 21; Reine Kamillen-Gesellschaft bei
Ackernutzung/Winterfrucht: vgl. ÖT Nr. 21.

b. Reine Adlerfarn-Eichen-Hainbuchen-Wald: *Quercus robur*, *Fa-
gus silvatica*, *Carpinus betulus*, *Sorbus aucuparia*, *Acer pseu-
doplatanus*, *Crataegus monogyna*, *Sambucus racemosa*, *Rhamnus
frangula*; *Pteridium aquilinum*, *Deschampsia flexuosa*, *Holcus
mollis*, *Teucrium scorodonia*, *Hedera helix*, *Lonicera pericly-
menum*, *Rubus spec.*

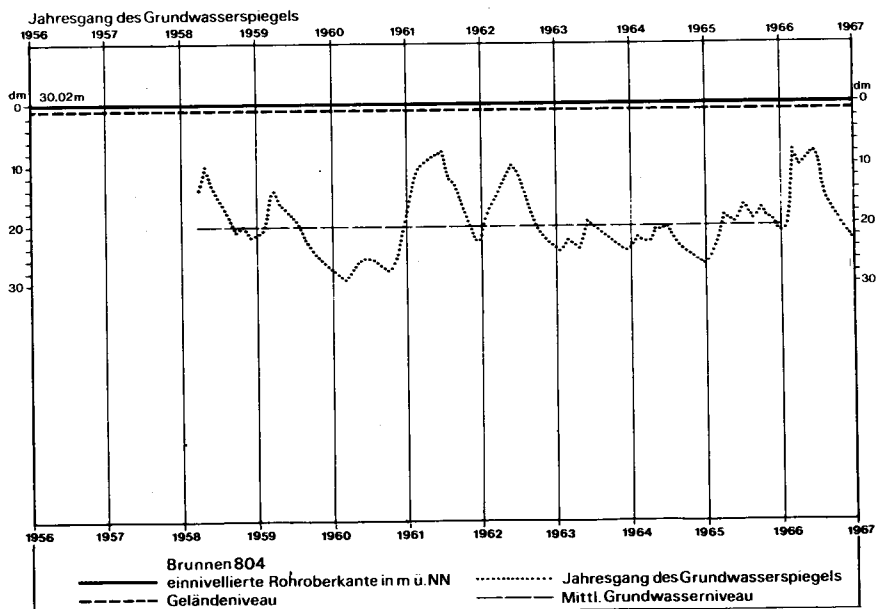
Ökosystemtyp Nr. 18

1. 10,7 ha; 0,4 %; 2.

2. Charakterart bei ÖG Nr. 4.

3. Wechselfeuchte Abschnitte von Niederterrassenplatten westl.
des Schwanenbrücks-Kendel.

4. sand. lehm. Hochflutablag. üb. dichten, lehm. kies., was-
serstauenden Horizonten; 4-6 dm stark sand. Lehm bis schluff.
Lehm mit kleinen Eisen- u. Mangankonkretionen üb. verhärt.,
sand. kies. Lehm; Gley mit abgesenk. Grundw.-Pseudogley;
BS gering bis mäß.; Dw gering, flach, durch Stausohle in
4-8 dm behindert; WK im Oberboden gut-mäß., Speicherraum
zwischen Oberfl. u. wasserstau. Horizont gering, daher schnell
Wassermangel; AZ 40-50; GZ 40-50.



5. Grünland: (a) 28,9 %; (b) 20,8 %; (c) 13,4 %.

6. Ü im Winter u. in Feuchtperioden durch Überstauung;
St stark, lange winterl. Feuchtphase;
FG wechselfeucht, schnell schwankend zwischen naß u. trocken;
GW üb. 16 dm.

7. a. Reine Mittelwegerich-Weißklee-Weide: vgl. ÖT Nr. 14;
Ackerfuchsschwanz-Erdrauch-bzw.-Kamillen-Gesellschaft mit
Ackerminze bei Ackernutzung: vgl. ÖT Nr. 14.

b. Molinia-Stieleichen-Birkenwald mit *Milium effusum*: *Quercus robur*, *Betula pubescens*, *Betula pendula*, *Sorbus aucuparia*, *Fagus silvatica*, *Sambucus racemosa*, *Rhamnus frangula*, *Ilex aquifolium*; *Pteridium aquilinum*, *Rubus spec.*, *Lonicera periclymenum*, *Galium saxatile*, *Moehringia trinervia*, *Agrostis tenuis*, *Holcus mollis*, *Deschampsia flexuosa*, *Molinia coerulea*, *Milium effusum*, *Polytrichum attenuatum*.

Ökosystemtyp Nr. 19

1. 22,8 ha; 0,9 %; 2.

2. Charakterart bei ÖG Nr. 4.

3. Auf Niederterrassenplatten westl. des Schwanenbrücks-Kendel, stark wechselfeucht, zeitw. überstaut.

4. Gering mächt. lehm. sand. Hochflutablag., z.T. äolisch umgelagert, üb. sand. kies. Niederterrassenmaterial; 4-8 dm lehm. Sand bis schwach lehm. Sand üb. schluff. stark kies. Sand, erbsengroße Eisen- u. Mangankonkretionen; Gley mit abgesenkt. Grundwasser-Pseudogley; BS gering; Dw gering, flach; WK im Oberboden mäß.-gering, im Unterboden stauend; AZ 35-45; GZ 35-40.

5. Ackerland: (a) 22,9 %; (b) 14,8 %; (c) 13,9 %.

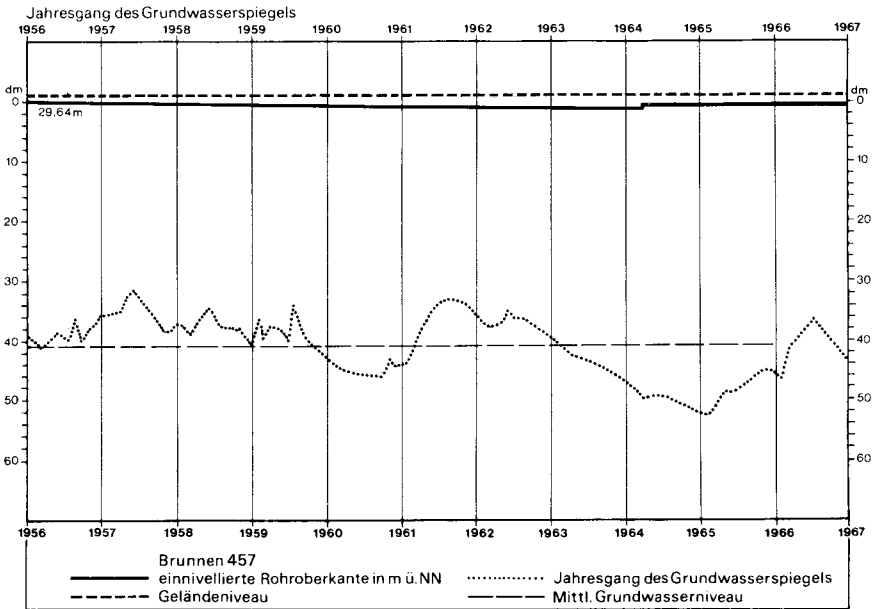
6. Ü im Winterhalbjahr, nach stärkeren Niederschlägen od. in längeren Feuchtperioden; St stark, lange winterl. Feuchtphase; FG stark wechselnd, schnell schwankend zwischen naß u. trocken, geringer Stauraum; GW üb. 20 dm.

7. a. Fichtenforst: *Picea excelsa*, *Betula pubescens*, *Sorbus aucuparia*, *Sambucus racemosa*, *Lonicera periclymenum*, *Rubus spec.*, *Molinia coerulea*, *Deschampsia flexuosa*;
Spark-Wucherblumen-Gesellschaft mit Ackerminze bei Ackernutzung/Sommerfrucht: *Polygonum convolvulus*, *Stellaria media*, *Viola tricolor*, *Anagallis arvensis*, *Spergula arvensis*, *Chenopodium album*, *Mercurialis annua*, *Stachys arvensis*, *Mentha arvensis*, *Stachys palustris*.

b. Molinia-Stieleichen-Birken-Wald: *Betula pubescens*, *Betula pendula*, *Quercus robur*, *Sorbus aucuparia*, *Rhamnus frangula*, *Rubus spec.*; *Lonicera periclymenum*, *Molinia coerulea*, *Moehringia trinervia*, *Galium saxatile*, *Hieracium laevigatum*, *Agrostis tenuis*, *Agrostis stolonifera*, *Deschampsia flexuosa*, *Holcus mollis*, *Anthoxanthum odoratum*.

Ökosystemtyp Nr. 20

1. 234,0 ha; 9,8 %; 10.
2. Charakterart bei ÖG Nr. 5.
3. Auf Niederterrassenplatten im mittl. Abschnitt des Untersuchungsgebietes, nicht grund- u. stauwasserbeeinflußt.
4. Sand. lehm. Hochflutablag.; 2-3 dm stark sand. Lehm üb. sand. Lehm bis schwach ton. Lehm üb. Sand u. Kies; Parabraunerde mit schwach. fossil. Gleyfleckung; BS hoch; Dw gut, tief; WK hoch; AZ 60-70.
5. Ackerland: (a) 20,1 %; (b) 15,1 %; (c) 10,8 %; Grünland: (a) 30,1 %; (b) 22,9 %; (c) 14,9 %.
6. FG frisch; GW üb. 20 dm.



7. a. Reine Mittelwegerich-Weißklee-Weide: vgl. ÖT Nr. 14; Reine Ackerfuchsschwanz-Erdrauch- bzw. -Kamillen-Gesellschaft bei Ackernutzung: vgl. ÖT Nr. 15.

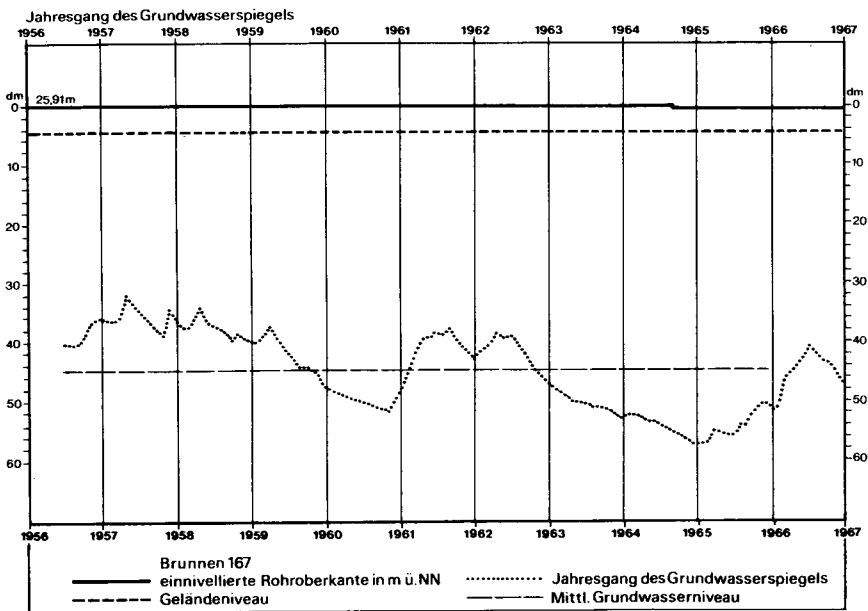
b. Mäßig reicher frischer Buchenmischwald: *Fagus silvatica* (dominant), eingestreut sind: *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Acer campestre*, *Evonymus europaeus*, *Corylus avellana*; *Asperula odorata*, *Lamium galeobdolon*, *Athyrium filix femina*, *Circaea lutetiana*, *Viola silvestris*, *Oxalis acetosella*, *Poa nemoralis*, *Milium effusum*.

Ökosystemtyp Nr. 21

1. 272,8 ha; 11,4 %; 23.
2. Charakterart bei ÖG Nr. 5.
3. Im mittl. Teil des Untersuchungsgebietes auf Niederterrassenplatten, am Schaephuysener Höhenzug in Hangverebnungen mit kolluv. Feinmaterial.
4. Gering mächt. LÖB-Sanddecke, auf Niederterrasse üb. lehm. sand. bis sand. lehm. Hochflutablag.; am Schaephuysener Höhenzug kolluv. Feinmaterial üb. Moräne; oberfl. infolge Tondurchschlammung u. Auswaschung verarmt; 2-4 dm lehm. Sand üb. 4-8 dm stark lehm. Sand bis sand. Lehm üb. 0-4 dm schwach sand. Lehm bis schluff. Lehm üb. Sand u. Kies; Parabraunerde mit sehr schwacher fossil. Gleyfleckung; BS mäß., im Unterboden gut; Dw gut, tief; WK mäß.; AZ 55-70.
5. Ackerland: (a) 17,8 %; (b) 13,8 %; (c) 9,6 %.
6. FG frisch; GW üb. 20 dm; JGG vgl. ÖT Nr. 22.
7. a. Reine Erdrauch-Gesellschaft bei Ackernutzung/Sommerfrucht: *Fumaria officinalis*, *Veronica agrestis*, *Sonchus asper*, *Lamium purpureum*, *Euphorbia helioscopia*, *Geranium dissectum*, *Euphorbia peplus*, *Chenopodium album*, *Capsella bursa-pastoris*, *Senecio vulgaris*, *Solanum nigrum*, *Polygonum convolvulus*, *Stellaria media*; Reine Kamillen-Gesellschaft bei Ackernutzung/Winterfrucht: *Matricaria chamomilla*, *Alchemilla arvensis*, *Lamium purpureum*, *Euphorbia helioscopia*, *Capsella bursa-pastoris*, *Centaurea cyanus*, *Apera spica-venti*, *Vicia angustifolia*, *Stellaria media*, *Viola tricolor ssp. arvensis*, *Anagallis arvensis*, *Myosotis arvensis*, *Polygonum aviculare*, *Cirsium arvense*.
- b. Artenarmer frischer Buchenmischwald: *Fagus silvatica* dominant, eingestreut sind: *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*, *Crataegus spec.*, *Prunus avium*, *Rubus fruticosus*; *Athyrium filix femina*, *Anemone nemorosa*, *Majanthemum bifolium*, *Hedera helix*, *Lonicera periclymenum*, *Poa nemoralis*, *Carex pilulifera*, *Milium effusum*, *Polytrichum attenuatum*, *Mnium hornum*.

Ökosystemtyp Nr. 22

1. 296,0 ha; 12,3 %; 49.
2. Charakterart bei ÖG Nr. 1 u. 9, Begleitart bei Nr. 5.
3. Ebene od. leicht gewölbte Abschnitte der Niederterrassenplatten, am Schaephuysener Stauchmoränenwall schwach geneigte Hänge.
4. Schwach schluff. bis schwach lehm. Sand, äolisch umgelagert; 4–6 dm schwach lehm. Sand üb. 3–6 dm schluff. Sand bis stark lehm. Sand üb. Sand u. Kies; Parabraunerde; BS mäß.-gering; Dw gut, tief; WK mäß.-gering; AZ 45–60.
5. Ackerland: (a) 17,1 %; (b) 12,0 %; (c) 8,7 %;
6. FG frisch bis trocken, GW üb. 20 dm.



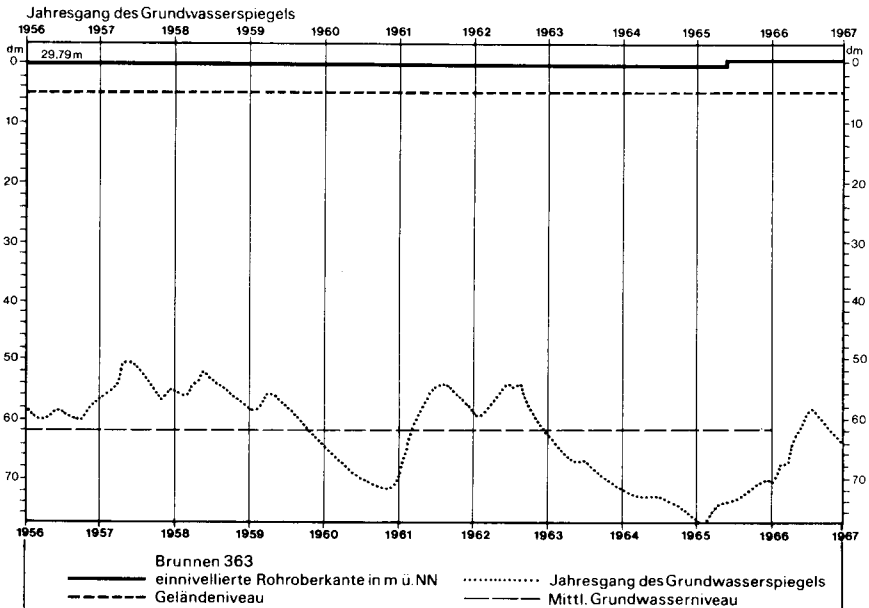
7. a. Erdrauch-Gesellschaft mit stengelumfassender Taubnessel bei Ackernutzung/Sommerfrucht: *Fumaria officinalis*, *Veronica agrestis*, *Stachys arvensis*, *Lycopsis arvensis*, *Lamium amplexicaule*, *Lamium purpureum*, *Euphorbia helioscopia*, *Sonchus asper*, *Chenopodium album*, *Capsella bursa-pastoris*, *Stellaria media*, *Senecio vulgaris*, *Polygonum convolvulus*;
 Reine Ehrenpreis-Kamillen-Gesellschaft bei Ackernutzung/
 Winterfrucht: *Matricaria chamomilla*, *Alchemilla arvensis*, *Veronica hederifolia*, *Anthemis arvensis*, *Lamium amplexicaule*, *Papaver argemone*, *Lamium purpureum*, *Centaurea cyanus*, *Apera spica-venti*, *Papaver rhoeas*, *Papaver dubium*, *Polygonum convolvulus*, *Stellaria media*, *Viola tricolor*, *Anagallis arvensis*, *Polygonum aviculare*, *Cirsium arvense*.

Reine Erdrauch- bzw. Kamillen-Gesellschaften bei guter Pflege und Düngung: vgl. ÖT Nr. 21; Reine Spark-Wucherblumen-Gesellschaft bei Ackerbau mit gering. Aufwand: vgl. ÖT Nr. 23.

b. Übergang vom artenarmen Buchenmischwald zum Reichen Traubeneichen-Buchen-Wald: *Fagus silvatica*, *Quercus robur*, *Quercus petraea*, *Sorbus aucuparia*, *Betula pendula*, *Carpinus betulus*, *Crataegus spec.*, *Rhamnus frangula*, *Sambucus racemosus*, *Rubus spec.*; *Pteridium aquilinum*, *Deschampsia flexuosa*, *Agrostis tenuis*, *Carex pilulifera*, *Lonicera periclymenum*, *Hedera helix*, *Polygonatum multiflorum*, *Polytrichum attenuatum*.

Ökosystemtyp Nr. 23

1. 164,3 ha; 6,8 %; 22.
2. Charakterart bei ÖG Nr. 6, 8, 10.
3. Sanddecken größ. Mächtigkeit od. Dünen, bes. im östl. Abschnitt des Untersuchungsgebietes.
4. Flugsand, seltener Sand v. Hochflutablag. üb. Sand u. Kies der Niederterrasse; 4-6 dm schwach bis sehr schwach lehm. Sand üb. 3-6 dm schwach lehm. Sand bis Sand üb. Sand u. Kies; schwach podsolige Braunerde groß. Entwicklungstiefe; BS gering; Dw gut, tief; WK gering; AZ 40-55; GZ 30-40.
5. Ackerland: (a) 14,6 %; (b) 9,5 %; (c) 6,6 %.
6. FG trocken; GW üb. 20 dm.



7. a. Reine Spark-Wucherblumen-Gesellschaft bei Ackernutzung/Sommerfrucht: *Stachys arvensis*, *Lycopsis arvensis*, *Chrysanthemum segetum*, *Lamium amplexicaule*, *Erodium cicutarium*, *Rumex acetosella*, *Sonchus asper*, *Lamium purpureum*, *Euphorbia helioscopia*, *Capsella bursapastoris*, *Senecio vulgaris*, *Chenopodium album*, *Polygonum convolvulus*, *Stellaria media*, *Viola tricolor*, *Spergula arvensis*; Kamillen-Gesellschaft mit Knäuelkraut u./ od. mit Reiherschnabel bei Ackernutzung/Winterfrucht: *Matricaria chamomilla*, *Alchemilla arvensis*, *Erodium cicutarium*, *Rumex acetosella*, *Scleranthus annuus*, *Centaurea cyanus*, *Apera spica-venti*, *Vicia angustifolia*, *Papaver rhoeas*, *Polygonum convolvulus*, *Viola tricolor*, *Stellaria media*, *Polygonum aviculare*.

b. Traubeneichen-Buchenwald mit Hainbuche: *Quercus petraea*, *Betula pendula*, *Sorbus aucuparia*, *Quercus robur*, *Fagus sylvatica*, *Carpinus betulus*, *Rhamnus frangula*, *Sambucus racemosa*; *Pteridium aquilinum*, *Rubus spec.*, *Lonicera periclymenum*, *Deschampsia flexuosa*, *Carex pilulifera*, *Agrostis tenuis*, *Calamagrostis canescens*, *Epilobium angustifolium*, *Calluna vulgaris*.

Ökosystemtyp Nr. 24

1. 181,1 ha; 7,6 %; 20.

2. Charakterart bei ÖG Nr. 6, 8, 10.

3. Dünen od. mächtige Flugsanddecken aus geolog. junger Zeit, bes. im östl. Teil des Untersuchungsgebietes.

4. Äol. Sandablag. üb. Sand u. Kies der Niederterrasse; 8-12 dm schwach lehm. Sand bis Sand üb. Sand u. kies. Sand; podsolierte Braunerde mäß. Entwicklungstiefe; BS gering-sehr gering; Dw gut, tief; WK sehr gering; AZ 25-35.

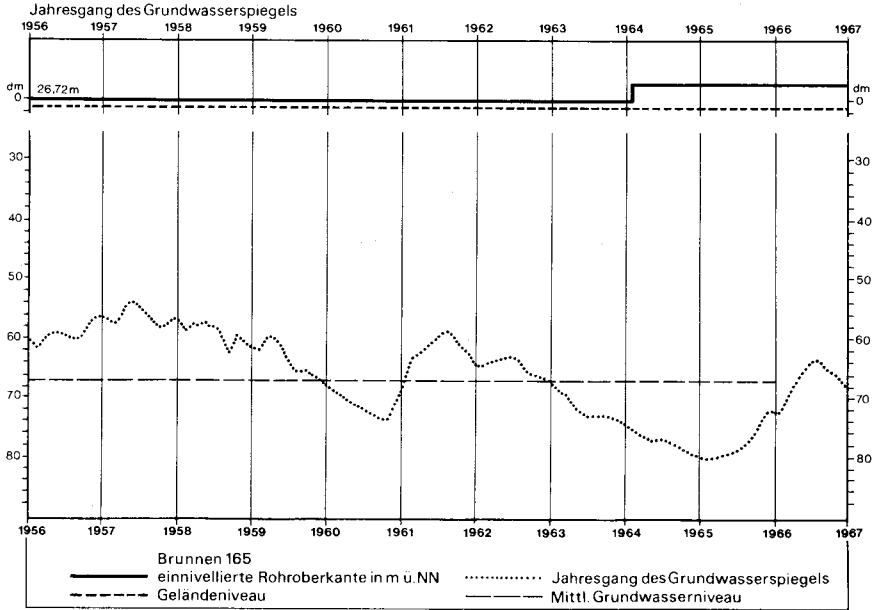
5. Ackerland: (a) 13,9 %; (b) 8,3 %; (c) 5,1 %;

Gründland: (a) 22,6 %; (b) 13,7 %; (c) 9,2 %;

Wald: (a) 41,6 %; (b) 22,9 %; (c) 20,0 %;

6. FG trocken; GW üb. 20 dm.

7. a. Reine Hühnerhirse-Gesellschaft bei Ackernutzung/Sommerfrucht: *Panicum crus-galli*, *Digitaria ischaemum*, *Setaria viridis*, *Setaria glauca*, *Setaria verticillata*, *Erodium cicutarium*, *Rumex acetosella*, *Scleranthus annuus*, *Chenopodium album*, *Capsella bursapastoris*, *Senecio vulgaris*, *Polygonum convolvulus*, *Spergula arvensis*, *Stellaria media*, *Viola tricolor*.



Reine Vergißmeinnicht-Lammkraut-Gesellschaft bei Ackernutzung/
 Winterfrucht: *Anthoxanthum aristatum*, *Arnoseris minima*, *Galeopsis segetum*, *Erodium cicutarium*, *Rumex acetosella*, *Scleranthus annuus*, *Setaria viridis*, *Lamium amplexicaule*, *Chenopodium album*, *Centaurea cyanus*, *Apera spica-venti*, *Polygonum convolvulus*, *Anagallis arvensis*, *Spergula arvensis*, *Polygonum aviculare*.

b. Armer Traubeneichen-Buchenwald: *Quercus petraea*, *Betula pendula*, *Fagus silvatica*, *Sorbus aucuparia*, *Rhamnus frangula*, *Ilex aquifolium*, *Rubus spec.*; *Pteridium aquilinum*, *Lonicera periclymenum*, *Deschampsia flexuosa*, *Carex pilulifera*, *Vaccinium myrtillus*, *Galium saxatile*, *Dryopteris austriaca*, *Dicranella heteromalla*, *Polytrichum attenuatum*.

Ökosystemtyp Nr. 25

1. 73,0 ha; 3,0 %; 5.

2. Charakterart bei 1 u. 7.

3. Über 6° geneigte Hänge an Stauchmoränenwällen od. steile Böschungen an Hohlwegen, Erosiongefahr.

4. Schotter- u. Feinmaterial der Mittelterrassen, vom Eis zusammengeschoben, darin eingestaucht Schollen schluff. ton. Untergrundes aus dem Tertiär; oberfl. z.T. dünn überdeckt mit äol. od. kolluv. Feinmaterial; 1-3 dm kies. schwach schluff. -schwach lehm. Sand üb. kies. Sand; Podsol-Braunerde mäß.-geringer Entwicklungstiefe; BS gering, vom Oberhang stetig

Zufuhr von kolluv. Material, daher besser mit Humus u. Mineralien versorgt als ÖT Nr. 26; Dw oberflächlich stark, mäßig tief; WK gering; AZ 25-35.

5. Wald: (a) 21,3 %; (b) 18,7 %; (c) 16,9 %.

6. FG trocken; GW üb. 20 dm.

7. a. Reine Spark-Wucherblumen-Gesellschaft bei Ackernutzung/Sommerfrucht: vgl. ÖT Nr. 23; Kamillen-Gesellschaft mit Knäuelkraut u./od. Reiherschnabel bei Ackernutzung/Winterfrucht: vgl. ÖT Nr. 23; Degradierter Traubeneichen-Buchenwald: *Quercus petraea*, *Quercus robur*, *Fagus silvatica*, *Betula pendula*, *Ilex aquifolium*, *Deschampsia flexuosa*, *Pteridium aquilinum*, *Polytrichum attenuatum*, *Calluna vulgaris*.

b. Traubeneichen-Buchen-Wald mit Hainbuche: vgl. ÖT Nr. 23.

Ökosystemtyp Nr. 26

1. 22,3 % ha; 0,9 %; 6.

2. Charakterart von ÖG Nr. 1 u. 7.

3. Kuppen der saaleiszeitl. Stauchmoränenwälle, am Schaephuysener Höhenzug, Gülix Berg u. Rayener Berg.

4. Schotter u. Feinmaterial der Mittelterrasse, vom Eis zusammengeschieben, z.T. mit Tonkeilen aus tertiärem Untergrund; 1-2 dm schwach humos. kies. Sand üb. Sand, Kies u. Schotter; Podsol-Braunerde geringer Entwicklungstiefe; BS sehr gering; Dw oberfl. stark, wenig tief; WK sehr gering; AZ 20-30.

6. FG trocken bis dürr; GW üb. 20 dm.

7. a. Reine Lammkraut-Gesellschaft bei Ackernutzung/Winterfrucht: *Anthoxanthum aristatum*, *Arnoseris minima*, *Galeopsis segetum*, *Scleranthus annuus*, *Setaria viridis*, *Centaurea cyanus*, *Apera spica-venti*, *Papaver rhoeas*, *Polygonum convolvulus*, *Stellaria media*; Reine Hühnerhirse-Gesellschaft bei Ackernutzung/Sommerfrucht: vgl. ÖT Nr. 24; Fadenhirse-Gesellschaft bei Ackerbau mit gering. Aufwand/Sommerfrucht: *Digitaria ischaemum*, *Panicum crus-galli*, *Erodium cicutarium*, *Rumex acetosella*, *Scleranthus annuus*, *Anthoxanthum aristatum*, *Setaria viridis*, *Setaria verticillata*, *Lamium purpureum*, *Chenopodium album*, *Capsella bursa-pastoris*, *Senecio vulgaris*, *Polygonum convolvulus*, *Stellaria media*, *Anagallis arvensis*.

b. Armer Traubeneichen-Buchen-Wald, Übergang zum Stieleichen-Birkenwald: *Quercus robur*, *Quercus petraea*, *Betula pendula*, *Sorbus aucuparia*, *Rhamnus frangula*, *Ilex aquifolium*; *Pteridium aquilinum*, *Lonicera periclymenum*, *Deschampsia flexuosa*, *Agrostis tenuis*, *Carex pilulifera*, *Galium saxatile*, *Polytrichum attenuatum*, *Dicranella heteromalla*.

JULIUS WERNER und JÜRGEN SCHWETER

Hydrogeographische Untersuchungen im Einzugsbereich
der Stever/Kernmünsterland 1972/73

mit 13 Abbildungen, 6 Tabellen

Inhalt

	Seite
Einleitung: Voraussetzungen und Ziel der Untersuchung	179
1. Das Untersuchungsgebiet	181
1.1 Topographische Lage und Abgrenzung	181
1.2 Hydrogeologische Übersicht	183
1.3 Das oberordische Gewässernetz	184
2. Gewinnung der Meßwerte	185
2.1 Niederschlagsmeßstellen	185
2.2 Abflußmeßstellen	187
2.3 Verdunstungsmeßstellen	187
3. Aufbereitung und Verarbeitung der gewonnenen Meßdaten	190
3.1 Ermittlung des Gebietsniederschlags	190
3.2 Bestimmung des Abflusses	193
3.3 Verdunstungsmessung und -berechnung	198
4. Die Wasserbilanz	202
4.1 Die Wasserhaushaltsgleichung	202
4.2 Auflösung der Wasserhaushaltsgleichung nach den nicht direkt bestimmbarern Gliedern	204
4.3 Die Mengen im Wasserkreislauf des Untersuchungsgebiets und ihre Nutzung durch den Menschen	207
4.4 Die Einordnung der bisherigen Messungen in langjährige Mittelwerte	209
Zusammenfassung und Ausblick	212
Literatur	215

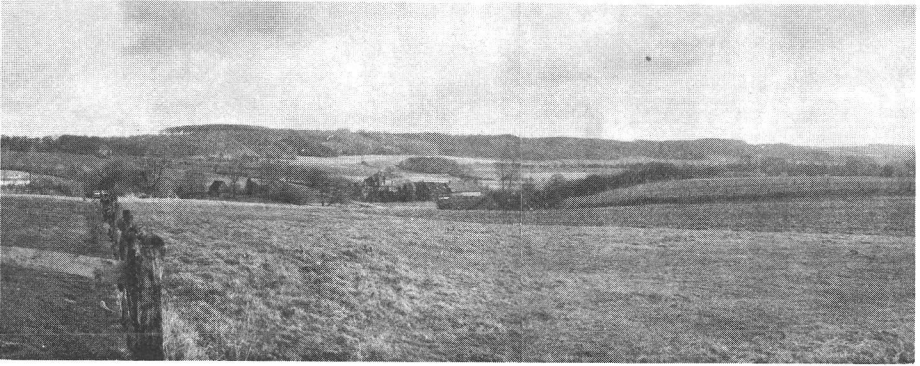
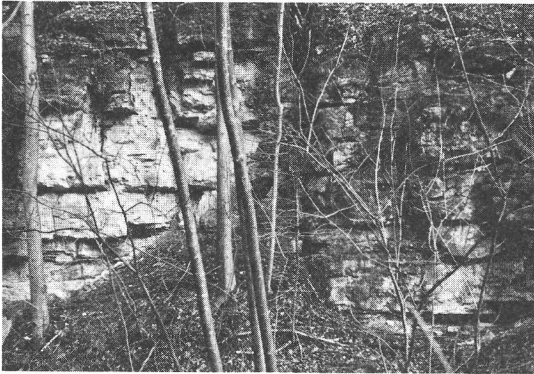


Bild 1: Oberes Stevertal, Blickrichtung E.
Im Mittelgrund das breite, muldenförmige Tal,
im Hintergrund die Steverberge



**Bild 2: Aufschluß im
Steinbruch Leopold;**
gut geklüftete Kalk-
sandsteine des unteren
Obersenon

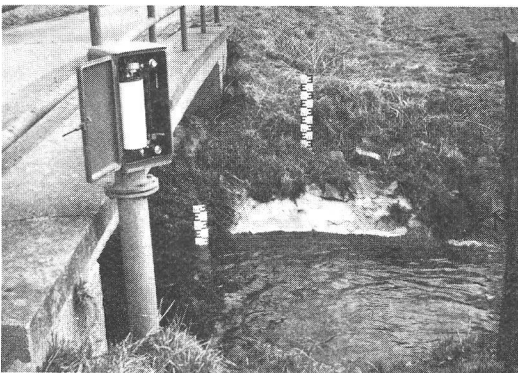


Bild 3: Pegelanlage am Nonnenbach
mit Schreibpegel, Lattenpegel
und Meßschwelle



**Bild 4: Meßflügel mit
12 cm-Schraubendurch-
messer**

Abbildungen

	Seite
1. Naturräumliche Einordnung des Untersuchungsgebietes .	180
2. Höhenlage, Flüsse und oberirdische Wasserscheiden . .	182
3. Schematischer Schnitt durch die Baumberge von Nottuln im SW bis Poggenbeck im NE	182
4. Lage der Meßstellen	186
5. Die Niederschlagsverteilung im hydrologischen Sommerhalbjahr 1972	188
6. Die Niederschlagsverteilung im hydrologischen Winterhalbjahr 1972/73	188
7. Die Niederschlagsverteilung im hydrologischen Sommerhalbjahr 1973	188
8. Größe und Lage der Teilflächen F_i zur Bestimmung des Gebietsniederschlags n.d. Mittelsenkrechtenverfahren .	188
9. Auswertung einer Abflußmessung vom 26.5.1972.	196
10. Abflußkurve der Stever am Pegel Appelhülsen	196
11. Abflußkurve des Nonnenbachs am Pegel Hangenau	197
12. Abflußkurve des Hagenbachs am Pegel Buldern	197
13. Die wichtigsten Wasserhaushaltsgrößen des Unter- suchungsgebietes Mai 1972 - Oktober 1973	206

Tabellen

1. Monatssummen der gemessenen Niederschläge	189
2. Monatssummen des Gebietsniederschlags	189
3. Abflußpenden und Abflußhöhen	200
4. Monatssummen der potentiellen Gebietsverdunstung . .	200
5. Wasserhaushaltsgrößen	210
6. Wahrscheinliche Langjahresmittel der wichtigsten Wasserhaushaltsgrößen	210

E i n l e i t u n g

Voraussetzungen und Ziel der Untersuchung

In wissenschaftlichen Veröffentlichungen zur Regionalplanung etwa zum Gegenstand 'Bevölkerungskonzentration' oder 'Urbanisierung' werden die damit zusammenhängenden Wasserversorgungsprobleme noch wenig beachtet. Das mag seinen Grund darin haben, daß das Wasser als elementares "Lebensmittel" des siedelnden und wirtschaftenden Menschen in der öffentlichen Meinung unter die vermehrbaren Industrieprodukte fällt, bei denen lediglich die Nachfrage über den Preis das Angebot reguliert. Nun gehört jedoch das Wasser wie der Grund und Boden zu den nicht vermehrbaren Gütern, so daß ein steigender Bedarf nur durch eine intensivere Nutzung des naturgegebenen Potentials gedeckt werden kann.

Angesichts der zunehmenden Ausdehnung von ehemals landwirtschaftlich genutzten Brachflächen (Sozialbrache und Grenzertragsböden) versucht deshalb z.B. die Landschaftsökologie, für diese Flächen Pflanzengesellschaften zu entwickeln, die infolge geringer Evapotranspirationsverluste eine möglichst hohe Ausbeute an nutzbarem Wasser gestatten.

Wie die Siedlungs- und Wirtschaftsflächen der Städte, so greifen auch die Wassergewinnungsgebiete der industriell-urbanen Ballungsräume immer weiter in das ursprünglich vorwiegend agrarbäuerlich genutzte Umland hinein. Es gibt bereits in der BRD naturräumliche Einheiten, in denen im Unterschied zur Vergangenheit das Wasser als wichtigste Ressource angesehen wird - oftmals gefolgt von der Naherholungseignung für die Bevölkerung der Ballungsräume.

Während in den Streusiedlungslandschaften Mitteleuropas fast stets leicht zu gewinnendes Wasser für den Eigenbedarf in ausreichender Menge zur Verfügung steht, sind die urbanen Bereiche vor allem angesichts des stark ansteigenden Pro-Kopf-Wasserverbrauchs der Bevölkerung in zunehmendem Maße auf kostspielige Fernversorgung angewiesen. Die besonders ungünstige Entwicklung des Trinkwasserpreises in den Großstädten muß als Folge dieses Trends angesehen werden. Angesichts dessen lag der Gedanke nahe, innerhalb eines für einen einzelnen Bear-

beiter überschaubaren und meßtechnisch zu bewältigenden Untersuchungsgebietes zunächst für einen kürzeren Zeitabschnitt die wichtigsten Wasserhaushaltsgrößen zahlenmäßig zu bestimmen, um daraus bei vorsichtiger Interpretation der Befunde eine quantitative hydrogeographische Bewertung des Gebietes abzuleiten.

Jede wasserwirtschaftliche Nutzung eines Raumes erfordert auch eine genaue Kenntnis der örtlichen hydrogeologischen Verhältnisse und Kausalitäten. Für unser Gebiet können in dieser Arbeit derartige Aussagen nicht gemacht werden; sie bleiben dem Hydrogeologen vorbehalten.

Einige Teilareale des an der Nordperipherie des Ruhr-Lippe-Reviere liegenden Kernmünsterlandes müssen als gewässerkundlich noch wenig erforscht gelten; Wasserwirtschaft und Raumplanung zeigen an derartigen Untersuchungen großes Interesse, verbunden mit der Bereitschaft, bei der Gewinnung der Meßdaten behilflich zu sein.

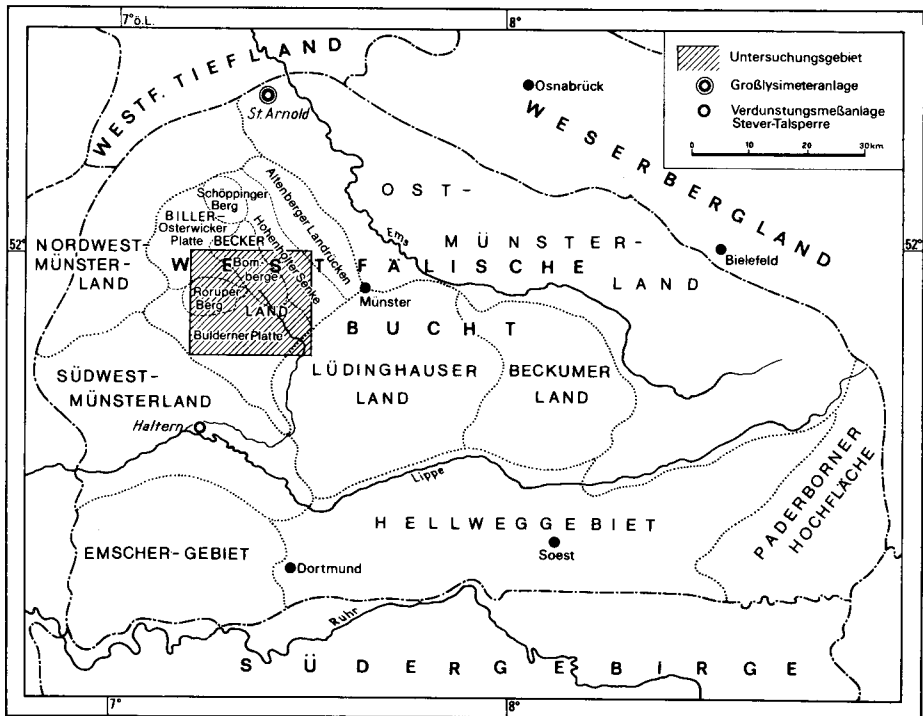


Abb.1: Naturräumliche Einordnung des Untersuchungsgebietes

1. D a s U n t e r s u c h u n g s g e b i e t

1.1 Topographische Lage und Abgrenzung

Wie Abb. 1 erkennen läßt, stellt das Untersuchungsgebiet, im Kernmünsterland gelegen, einen Teil der naturräumlichen Einheit 'Billerbecker Land' dar.

Die 180 m ü. NN erreichenden höchsten Erhebungen der Baumberge werden auch als 'Bom-Berge' bezeichnet¹⁾. Für die regenbringenden westlichen Winde ist die Westfälische Bucht von Südwesten bis Nordwesten offen, daher haben auch schon relativ schwache Erhebungen eine Erhöhung des Niederschlags zur Folge. So steigt der Niederschlag im langjährigen Mittel von ca. 750 mm im Umland auf über 800 mm im Bereich der Baumberge an²⁾. Dieses Gebiet liegt am Grenzsäum vom Euatlantikum zum Subatlantikum³⁾.

Im Kernmünsterland nehmen die Baumberge schon wegen ihrer isolierten Lage und wegen ihres Quellenreichtums eine Sonderstellung ein. Der Einzugsbereich der drei Flüsse, die von der S ü d - u n d S ü d o s t a b d a c h u n g d e r B a u m - b e r g e kommen - Stever, Nonnenbach und Hagenbach -, bildet das Arbeitsgebiet dieser Untersuchung (Abb. 2).

Die Abgrenzung der Flußgebiete erfolgte unter Bezug auf die oberirdischen W a s s e r s c h e i d e n als Leitlinien. Diese wurden morphographisch nach den Isohypsen der topographischen Karte 1 : 25 000 bestimmt. Wegen des muldenförmigen Aufbaus der Baumberge und der vorhandenen Kluftsysteme im

1) Müller-Wille, Westfalen, S. 55

2) Klima-Atlas von NRW, Tafel 51

3) Müller-Wille u.a., Landkreis Münster, S. 1, Abb.1

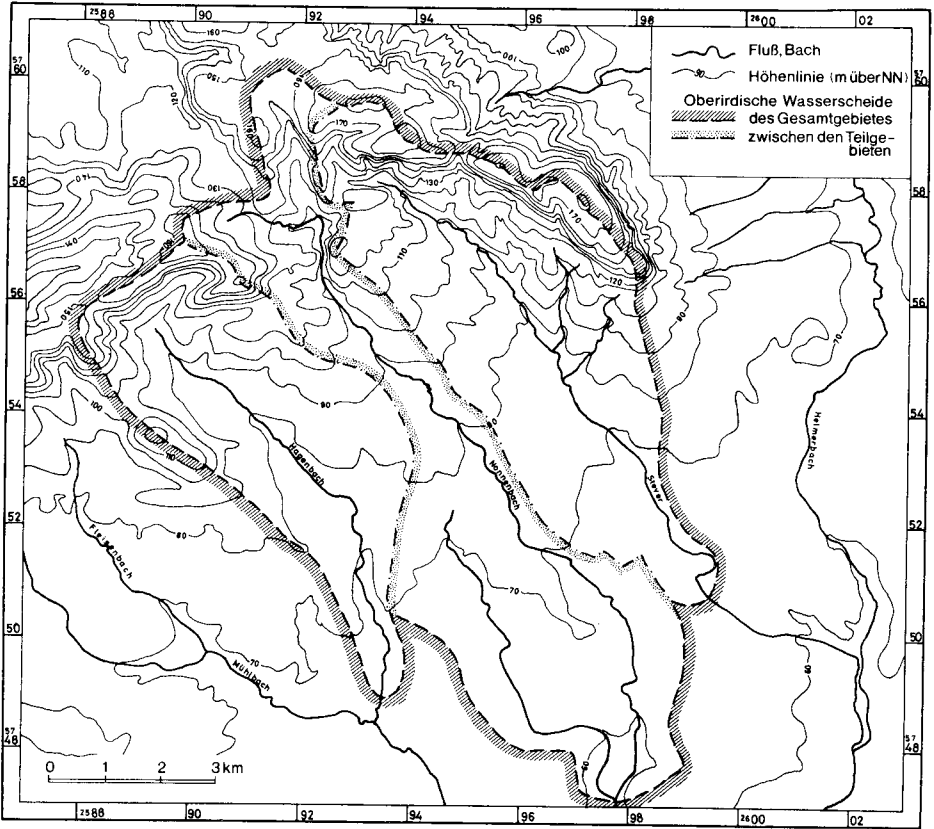


Abb.2: Höhenlage, Flüsse und oberirdische Wasserscheiden

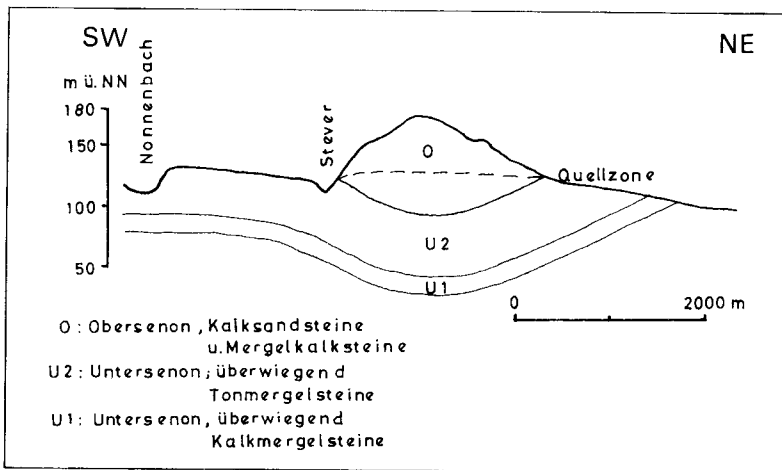


Abb.3: Schematischer Schnitt durch die Baumberge von Nottuln im SW bis Poggenbeck im NE

Gestein - auf Einzelheiten wird noch einzugehen sein - bereitet die Festlegung der Wasserscheide gerade in den Bereichen >150 m ü. NN erhebliche Schwierigkeiten.

Als Arbeitsgrundlage zur Abgrenzung wurden hier die entsprechenden Blätter der TK 25 des Wasserwirtschaftsamtes Münster benutzt, in denen die Flächen der Niederschlagsgebiete im Nordwestdeutschen Raum eingezeichnet sind. Die Abgrenzung nach Süden ergab sich aus den Standorten der für diese Untersuchung eingerichteten Abflußmeßstellen.

Für die drei Teilgebiete resultieren daraus folgende Flächen:

Flußgebiet Stever	· 28,3 km ²
Flußgebiet Nonnenbach	32,1 km ²
Flußgebiet Hagenbach	20,9 km ²
Fläche des Gesamtgebietes	<u>81,3 km²</u> .

1.2 Hydrogeologische Übersicht

Die Baumberge stellen, bedingt durch ihren geologischen Bau, innerhalb des Münsterlandes ein relativ ergiebiges Wasserlieferungsgebiet dar. Die recht hohen Niederschläge versickern in den klüftigen Kalksandsteinen und Mergelkalksteinen des unteren Obersenon (Abb. 3) und sammeln sich in den wasserstauenden Tonmergelsteinen des oberen Untersenon. Die Schichten bilden eine *f l a c h e M u l d e*, die sich in nordwestlicher Richtung von Schapdetten und Tilbeck bis in den Raum nördlich von Billerbeck hinzieht. Am Nordost- und Südwestrand streichen die Tonmergelschichten aus (Bild 2). Hier - etwa zwischen der 100 m- und der 120 m-Isohypse - hat sich ein *Q u e l l h o r i z o n t* herausgebildet, an dem die wasserreichsten perennierenden Quellen zutage treten. Es handelt sich um Überlaufquellen, deren Wasser aus den Schichten des Obersenon abfließen. Vereinzelt treten diese Quellen noch bis zur 140 m-Isohypse auf; dann nämlich, wenn infolge hoher Niederschläge der Grundwasserspiegel innerhalb der Mulde entsprechend gestiegen ist. Wichtig für die örtliche Wasserver-

sorgung am Rande der Baumberge sind auch die gut und eng geklüfteten Kalkmergelschichten des oberen Untersenon, die sich mit Tonmergelschichten in Wechsellagerung befinden. Ihnen entnehmen fast alle Bohrungen im Bereich des Untersuchungsgebietes ihr Wasser⁴⁾.

Als Kennzeichen für das Wasser aus den Baumbergen gilt seine relativ hohe karbonatische Härte, die bedingt ist durch die Herkunft des Wassers aus Klüften von Kalkmergel- und Kalksandsteinschichten. Bei einer im Januar 1967 vorgenommenen chemischen Analyse des Wassers aus einem Brunnen westlich von Billerbeck wurde eine Härte von 13,5⁰ dH festgestellt⁵⁾. Dieses Wasser muß also schon als 'ziemlich hart' angesprochen werden⁶⁾. Beim heutigen Stand der Wasseraufbereitung stellt die Wasserhärte jedoch nur ein untergeordnetes Problem dar.

1.3 Das oberirdische Gewässernetz

Die Baumberge bilden die Wasserscheide zwischen Ems, Lippe und Ijsselmeer und sind das Quellgebiet für vier Flüsse.

Die Stever und ihre Quellbäche zapfen den gesamten Süd- und Südostabfall des Höhenrückens an (Bild 1). Der Nonnenbach und der Hagenbach, die ebenfalls an der Südflanke entspringen, vereinigen sich nördlich von Lüdinghausen mit der Stever. Diese durchfließt dann die ca. 20 Mill. m³ fassende Stevertalsperre, ehe sie bei Haltern in die Lippe mündet.

Die Stevertalsperre dient der Wasserversorgung des Wasserwerkes Haltern (Gelsenwasser), das eine Jahreskapazität von 86 Mill. m³ (1971) aufweist⁷⁾ und u.a. jährlich ca. 5 Mill. m³ Trinkwasser nach Münster liefert.

Den Westabfall entwässern Berkel und Honigbach, die sich in Coesfeld vereinigen und als Berkel zum Ijsselmeer weiterfließen.

4) Schneider, S. 206 f.

5) nach Angaben des Wasserwirtschaftsamtes Münster, mündliche Mitteilung

6) Höll, S. 192

7) nach Angaben der Leitung des Wasserwerkes Haltern, mündliche Mitteilung

Die Quellen der S t e i n f u r t e r A a entnehmen ihr Wasser dem nördlichen Teil der Baumberge und entwässern über die Vechte ebenfalls zum Ijsselmeer.

Die M ü n s t e r s c h e A a besitzt einen etwa 5 km breiten Quellsaum an der Nordostabdachung. Außer von diesen Quellen erhält sie noch oberflächlich abfließendes Wasser, das ihr durch ein weitverzweigtes Netz von Gräben zugeleitet wird.

Bei Greven mündet sie in die Ems.

2. G e w i n n u n g d e r M e ß w e r t e

2.1 Niederschlagsmeßstellen

Zur Bestimmung des Gebietsniederschlags benötigt man ein möglichst dichtes Netz von Niederschlagsmessern. Je dichter das Netz ist, desto genauer läßt sich, abgesehen von den systematischen instrumentellen Meßfehlern, der Gebietsniederschlag bestimmen. Das für die Untersuchung herangezogene Niederschlags-Meßstellennetz wird von insgesamt v i e r Institutionen bzw. Arbeitsgruppen betreut.

1. Der Deutsche Wetterdienst unterhält im Bereich des Arbeitsgebietes drei Niederschlagsmesser: Billerbeck, Nottuln und Senden, wovon lediglich die Station Nottuln innerhalb des Einzugsgebietes des Nonnenbachs liegt. Die Standorte der Geräte sind in Abb. 4 eingezeichnet.

2. Die Emschergenossenschaft in Essen betreibt ein eigenes Netz von Meßstellen. Nur die Station von Rorup liegt günstig zum Untersuchungsgebiet⁸⁾.

3. Ein weiterer, seit etwa 5 Jahren eingesetzter Niederschlagsmesser steht in der Nähe des Gasthauses Leopoldshöhe nördlich von Schapdetten (im folgenden als Station Schapdetten bezeichnet). Er gehört zur Interzeptionsmeßstelle des Forsteinrichtungsamtes des Ministeriums für Landwirtschaft und Forsten NRW in Düsseldorf.

⁸⁾ Die Meßwerte wurden freundlicherweise von der Emschergenossenschaft, Essen, zur Verfügung gestellt.

4. Zusätzlich wurden noch zwei selbstbetreute Niederschlags-schreiber (nach Hellmann, mit Wochenumlauf der Registriertrommel) aufgestellt, und zwar einer etwa 1 km nordwestlich von Buldern, direkt an der Außengrenze des Einzugsgebietes des Hagenbachs, der andere auf dem Gelände des WDR-Senders auf dem Bom-Berg.

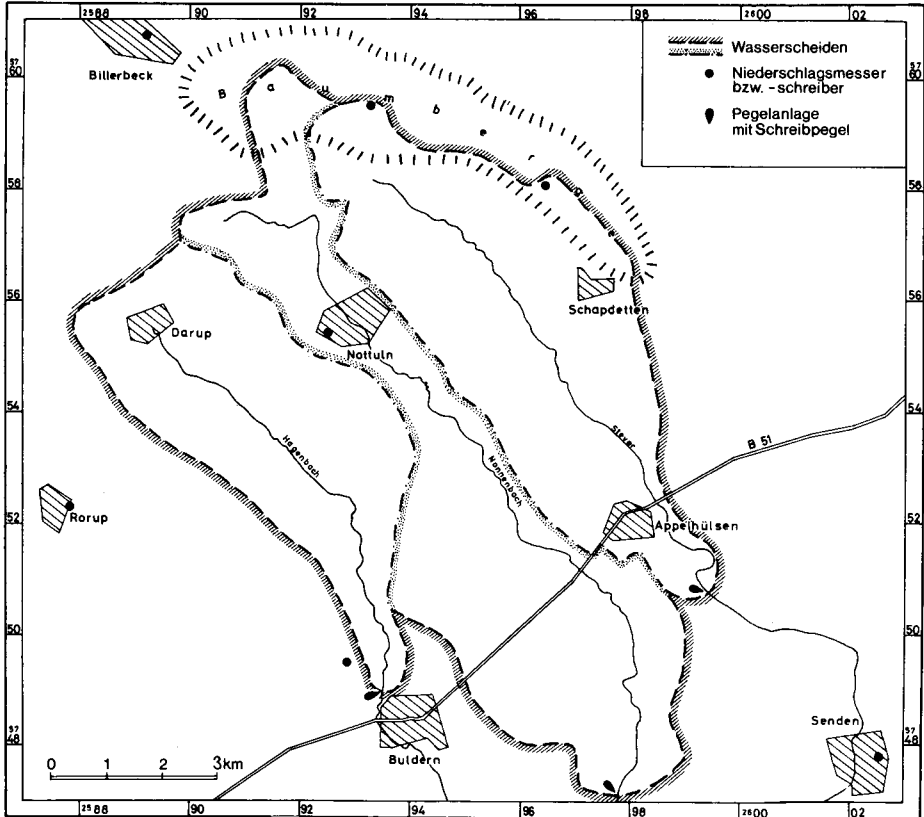


Abb.4: Lage der Meßstellen

Ersterer ist seit Mitte April 1972, der am WDR-Sender seit dem 8. August 1972 in Betrieb. Da für beide Geräte keine Möglichkeit zur Beheizung besteht, muß hier während der Wintermonate auf eine Registrierung verzichtet werden; beim Sender stehen jedoch ganzjährig die Ablesungen eines Niederschlagsmessers zur Verfügung⁹⁾.

9) Die Mitarbeiter des WDR erklärten sich dankenswerterweise zur ehrenamtlichen Übernahme des Betreuungsdienstes bereit.

2.2 Abflußmeßstellen

Zur Bestimmung des Abflusses aus den drei Niederschlagsgebieten wurden im April 1972 d r e i Abflußmeßstellen eingerichtet. Die dazu benötigten Schreibpegel mit Wochenumlauf von der Firma Ott, Kempten, stellte das Forsteinrichtungsamt Düsseldorf leihweise zur Verfügung. Der Bau der Meßschwellen und die Installation der Geräte erfolgte durch das Wasserwirtschaftsamt Münster. Bei der Auswahl der Pegelstellen war u.a. darauf zu achten, daß sich der Meßquerschnitt in absehbarer Zeit möglichst nicht verändern und der Rückstau eventuell vorhandener Wehre nicht störend bemerkbar machen konnte. Im einzelnen wurden die geltenden hydrologischen Kriterien für die Einrichtung derartiger Meßstellen beachtet, wie sie etwa bei Schaffernak zusammengestellt sind¹⁰⁾.

Nach Abwägung aller Forderungen und Möglichkeiten wurden die drei Pegelanlagen an der Stever, am Nonnenbach und am Hagenbach gebaut (Abb. 4, Bild 3).

Für die Abflußmessungen standen Meßflügel der Firma Ott zur Verfügung: ein zum Instrumentarium des Instituts für Geographie und Länderkunde, Münster, gehörendes Gerät mit 12 cm-Schraubendurchmesser (Bild 4) und ein von der Deutschen Forschungsgemeinschaft als Leihgabe bereitgestellter Laborflügel mit 5 cm-Schraube für Messungen bei niedrigen Wasserständen.

2.3 Verdunstungsmeßstellen

Im Arbeitsgebiet selbst bzw. in seiner unmittelbaren Nähe gibt es keine Station, an der die Verdunstung - z.B. mit einem Class-A-Landverdunstungskessel - kontinuierlich gemessen wird oder alle die Klimaelemente registriert werden, mit denen man die Verdunstung berechnen kann. Die beiden nächstgelegenen Stationen, welche diese Voraussetzungen erfüllen, werden vom Wasserwirtschaftsamt Münster betrieben. Es sind dies die Großlysimeteranlage S t . A r n o l d bei Rheine und die Verdunstungsmeßanlage in H a l t e r n (Abb. 1). An beiden Stationen wird die Landverdunstung mit einem Class-A-Kessel lau-

¹⁰⁾ Schaffernak, S. 22-24

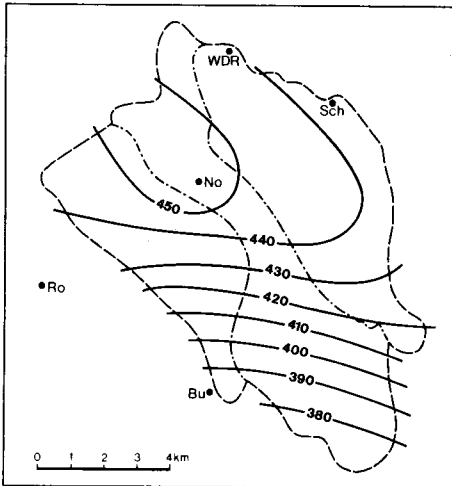


Abb.5: Die Niederschlagsverteilung im hydrologischen Sommerhalbjahr 1972

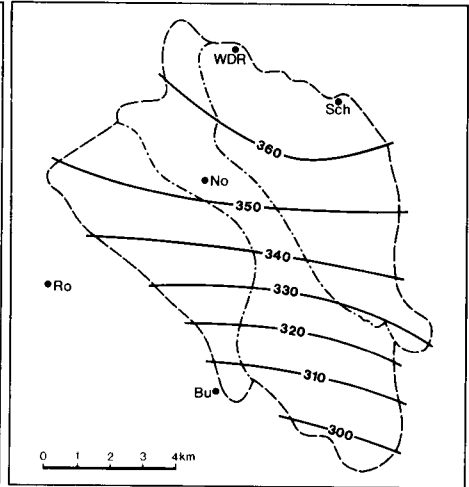


Abb.6: Die Niederschlagsverteilung im hydrologischen Winterhalbjahr 1972/73

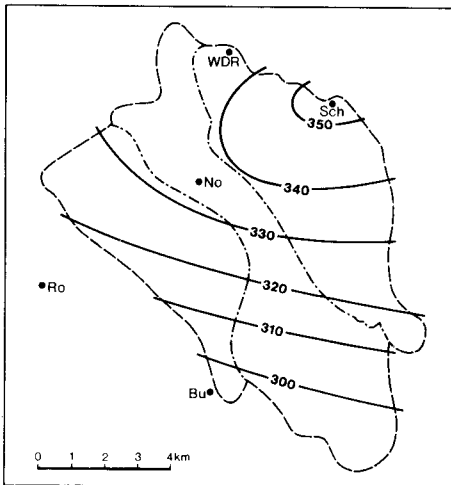


Abb.7: Die Niederschlagsverteilung im hydrologischen Sommerhalbjahr 1973

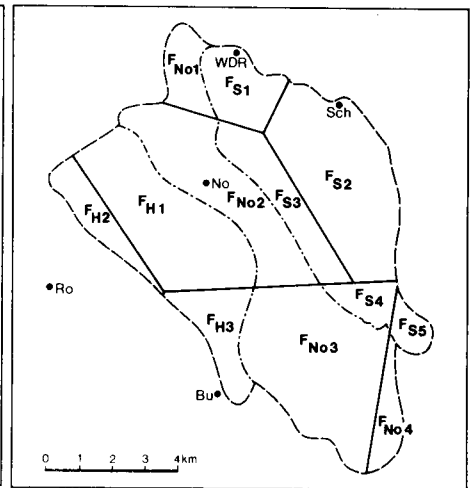


Abb.8: Größe und Lage der Teilflächen F_i zur Bestimmung des Gebietsniederschlags nach dem Mittelsenkrechtenverfahren

Tabelle 1 Monatssummen der gemessenen Niederschläge in mm
(Werte in Klammern = berechnet)

Datum	Billerbe- beck	Not- tuhn	Senden	Rorup	Bul- dern	WDR- Sender	Schap- detten
Mai 1972	77	96	76	85	70	(90)	102
Juni	95	90	91	85	79	(93)	90
Juli	124	115	63	100	84	(102)	79
Aug.	94	77	68	81	64	80	74
Sept.	47	65	80	67	72	64	78
Okt.	9	11	12	13	12	13	12
Nov.	86	89	76	81	71	82	90
Dez.	27	26	18	26	22	29	22
Jan. 1973	27	33	30	30	(30)	(30)	33
Febr.	85	100	77	85	(77)	(97)	109
März	43	26	24	28	(24)	(39)	30
April	95	80	83	92	79	91	85
Mai	67	55	45	56	50	57	56
Juni	36	30	35	33	46	35	35
Juli	59	62	71	56	55	51	69
Aug.	23	21	10	20	10	18	28
Sept.	61	74	49	64	52	76	73
Okt.	91	94	88	82	81	96	93

Tabelle 2 Monatssummen des Gebietsniederschlags in mm
(berechnet nach dem Mittelsenkrechtenverfahren)

Datum	Steuer	Nonnenbach	Hagenbach
Mai 1972	95	81	89
Juni	89	84	87
Juli	89	95	106
Aug.	74	70	75
Sept.	73	69	67
Okt.	12	12	12
Nov.	86	78	84
Dez.	23	24	25
Jan. 1973	32	31	32
Febr.	101	86	93
März	29	26	26
April	84	81	82
Mai	55	52	54
Juni	35	39	34
Juli	64	58	60
Aug.	23	14	19
Sept.	70	61	68
Okt.	92	87	89

fend überwacht. Ferner werden u.a. Einstrahlung, Sonnenscheindauer, Windgeschwindigkeit und Luftfeuchte registriert, so daß sich die Verdunstung auf verschiedene Arten berechnen läßt.

3. A u f b e r e i t u n g u n d V e r a r b e i t u n g d e r g e w o n n e n e n M e ß d a t e n

3.1 Ermittlung des Gebietsniederschlags

Zur Bestimmung des Gebietsniederschlags wurden z w e i
V e r f a h r e n angewendet.

Bei der ersten Methode wurden durch I n t e r p o l a t i o n zwischen den in Tabelle 1 aufgeführten monatlichen Niederschlagssummen der sieben Stationen (Billerbeck, WDR-Sender, Schapdetten, Rorup, Nottuln, Buldern, Senden) I s o h y e - t e n konstruiert und in Karten der drei Niederschlagsgebiete eingezeichnet. Nach dem Ausplanimetrieren der Flächen zwischen den Isohyeten ließ sich dann der monatliche Gebietsniederschlag errechnen. Die Abb. 5 - 7 zeigen die Niederschlags-Gesamtsummen der drei untersuchten hydrologischen Halbjahre.

Das zweite Verfahren ist die sogenannte M i t t e l s e n k - r e c h t e n - oder V i e l e c k s m e t h o d e , wie sie in der Literatur z.B. bei Wechmann¹¹⁾ beschrieben ist.

Nach der Formel

$$N_{\text{Geb.}} = \sum_{i=1}^n N_i \frac{F_i}{F_N}$$

läßt sich der Gebietsniederschlag ausrechnen. In der Formel bedeuten

- $N_{\text{Geb.}}$: Gebietsniederschlag
 n : Anzahl der sich mit dem Niederschlagsgebiet schneidenden Vielecke
 N_i : Niederschlag an der i -ten Station
 F_N : Fläche des Niederschlagsgebiets
 F_i : Fläche der Überschneidung des zur i -ten Station gehörenden Vielecks mit dem Niederschlagsgebiet.

11) Wechmann, S. 290

Die Größen der einzelnen Teilflächen F_i der drei Einzugsgebiete sind im folgenden aufgeführt (vgl. auch Abb. 8):

S t e v e r (= S):

F_{S1} (WDR-Sender)	3,0 km ²
F_{S2} (Schapdetten)	14,8 km ²
F_{S3} (Nottuln)	6,2 km ²
F_{S4} (Buldern)	2,9 km ²
F_{S5} (Senden)	1,4 km ²
<hr/>	<hr/>
F_N (Stever)	28,3 km ²

N o n n e n b a c h (= No):

F_{No1} (WDR-Sender)	2,6 km ²
F_{No2} (Nottuln)	10,9 km ²
F_{No3} (Buldern)	16,3 km ²
F_{No4} (Senden)	2,3 km ²
<hr/>	<hr/>
F_N (Nonnenbach)	32,1 km ²

H a g e n b a c h (= H):

F_{H1} (Nottuln)	13,1 km ²
F_{H2} (Rorup)	3,5 km ²
F_{H3} (Buldern)	4,3 km ²
<hr/>	<hr/>
F_N (Hagenbach)	20,9 km ² .

Das Mittelsenkrechtenverfahren eignet sich besonders zur Anwendung elektronischer Datenverarbeitung. Da die Teilflächen F_i für ein bestimmtes Gebiet Konstanten sind, braucht man sie nur einmal auszuplanimetrieren. Die einzige Variable, die in die Formel eingeht, ist der Niederschlag N_i der einzelnen Stationen. Setzt man in der Formel für N_i den täglichen Niederschlag der betreffenden Stationen ein, so erhält man als $N_{Geb.}$ den täglichen Gebietsniederschlag. Für diese wie auch für fast alle anderen Berechnungen (z.B. der Verdunstungshöhe und der

Abflußhöhe bzw. -spende) wurde in der Programmiersprache Fortran IV ein Programm geschrieben und im Rechenzentrum der Universität eingesetzt. Vorgegeben wurden die täglichen Niederschläge der Stationen, berechnet die täglichen Gebietsniederschläge für das Einzugsgebiet der Stever, des Nonnenbachs und des Hagenbachs; diese sind als Monatssummen in Tabelle 2 zusammengestellt.

Ein Vergleich der Monatssummen des Gebietsniederschlags, die nach dem Interpolationsverfahren berechnet wurden, mit den nach der Vielecksmethode bestimmten Werten (s. Tab. 2) ergibt nur geringe Unterschiede. Bezogen auf die Interpolationsmethode liegen die Abweichungen der Monatssummen zwischen $-8,2\%$ (Juli 1972, Stever) und $+3,5\%$ (Mai 1972, Hagenbach). Die Abweichungen der Halbjahressummen schwanken zwischen $-2,4\%$ (Sommerhalbjahr 1972, Nonnenbach) und $+1,9\%$ (So.hj. 73, Nonn.). Die rechnerisch relativ einfache Vielecksmethode liefert also für kleine Gebiete mit dichtem Stationsnetz gute Ergebnisse.

In Bezug auf die der Rechnung zugrunde liegenden täglichen Niederschläge ist folgendes anzumerken. Die Niederschlagsmesser des Deutschen Wetterdienstes sollen laut Vorschrift jeden Morgen um 7.00 Uhr geleert werden. Der gemessene Niederschlag wird dem Vortage zugerechnet. Die sich jeweils über eine Woche erstreckenden Aufzeichnungen der beiden selbstbetreuten Niederschlagsschreiber wurden nach der gleichen Methode ausgewertet. Da deren Aufzeichnung jedoch, wie schon erwähnt, während der Wintermonate unterbrochen ist, wurde nach einem Weg gesucht, hier den ungefähren Niederschlag für die Monate Januar bis März 1973 durch Vergleich mit Nachbarstationen zu ermitteln. Für die Berechnung des Niederschlags am WDR-Sender (N_W) boten sich die Stationen Billerbeck (N_B) und Schapdetten (N_S) an. Sie liegen nur 4 bzw. 3km vom WDR-Sender entfernt.

Um die Korrelationen zwischen diesen Stationen zu prüfen und die Ausgleichsgeraden zu berechnen, wurden für den Zeitraum, in dem alle drei Stationen Meßwerte lieferten, alle Tage herausgesucht, an denen der Niederschlag höher als 0,1 mm lag. Das war an 30 Tagen des hydrologischen Sommerhalbjahres 1972 der

Fall (der Oktober hatte nur 6 Tage mit Niederschlag). Als Korrelationskoeffizienten ergeben sich

$$\begin{aligned} r_{S-W} &= 0,88 \\ \text{und } r_{B-W} &= 0,85. \end{aligned}$$

Die Steigungen der durch den Nullpunkt gehenden Ausgleichsgeraden sind

$$\begin{aligned} b_{S-W} &= 1,038 \\ \text{und } b_{B-W} &= 1,002. \end{aligned}$$

Die Höhe der erhaltenen Korrelationen rechtfertigt statistisch den Rückgriff auf die Werte der beiden Nachbarstationen.

- Die Lage der Ausgleichsgeraden zeigt, daß in Schapdetten im Mittel etwas mehr Niederschlag fällt als am WDR-Sender; in Billerbeck praktisch gleich viel¹²⁾. Deswegen wurde angenommen, daß der Niederschlag am WDR-Sender gleich dem arithmetischen Mittel der Niederschläge von Billerbeck und Schapdetten ist:

$$N_W = \frac{N_B + N_S}{2} .$$

Gleichermaßen wurde mit der Station Buldern verfahren. Es zeigte sich, daß dieser Niederschlag während der Ausfallzeit durch den Niederschlag der Station Senden ersetzt werden konnte.

Die gemessenen bzw. derart berechneten Niederschläge am Sender und in Buldern sind ebenfalls in Tab. 1 aufgeführt.

3.2 Bestimmung des Abflusses

In der Fachliteratur werden mehrere Verfahren zur Ermittlung des Abflusses beschrieben¹³⁾. Die gebräuchlichste und auch hier benutzte Methode ist die der *F l ü g e l m e s s u n g*. Sie hat den Vorzug, daß sie keine großen baulichen Veränderungen am Flußbett erfordert.

Wenn man - unter Ausschluß zeitlicher Veränderungen am Flußquerschnitt - davon ausgeht, daß bei einem bestimmten Wasser-

12) $b_{S-W} = 1,038$ bedeutet: wenn am WDR-Sender 10,00 mm Regen fallen, so fallen in Schapdetten im statistischen Mittel 10,38 mm.

13) vgl. Schaffernak, S. 51-159

stand der Abfluß immer gleich ist, gliedert sich die Bestimmung des Abflusses in zwei Bereiche, nämlich in die Registrierung der Wasserstände und in die Messung der Abflüßmengen¹⁴⁾. Führt man die Abflüßmessungen bei verschiedenen Wasserständen durch, so erhält man einen funktionalen Zusammenhang zwischen den beiden Meßgrößen. Man kann dies auch graphisch darstellen, indem man z.B. auf der Ordinate die Wasserstände in cm aufträgt, auf der Abszisse die Abflüsse in m^3/sec . In dieses Diagramm werden die beobachteten Wasserstände und die dazu gemessenen Abflüsse eingetragen. Aus den sich so ergebenden Punkten kann die Abflüßkurve gewonnen werden. Ist diese erst einmal ermittelt, so läßt sich zu jedem beobachteten Wasserstand der Abfluß ohne Messung oder Rechnung angeben.

Für die durchgeführten Untersuchungen sollte der tägliche Abfluß aus den drei Niederschlagsgebieten ermittelt werden. Dazu wurden an den drei Pegelanlagen die Wasserstände mit Schreibpegeln kontinuierlich registriert und von Zeit zu Zeit bei verschiedenen Wasserständen Abflüßmessungen durchgeführt.

Messvorhaben und Auswertung werden bei Schaffernak und Wechmann¹⁵⁾ ausführlich beschrieben; deswegen soll hier nur kurz darauf eingegangen werden.

Angewendet wurde das **E i n p u n k t - M e ß v e r - f a h r e n**. Hierbei mißt man mit dem Flügel nur in einem Punkt jeder Meßlotrechten die Geschwindigkeit des Wassers, und zwar in etwa $6/10$ der Tiefe, d.h. bei 20 cm Wassertiefe mißt man 8 cm über Grund bzw. 12 cm unter der Wasseroberfläche. In dieser Tiefe hat das Wasser ungefähr die mittlere Geschwindigkeit im Bereich der Meßlotrechten¹⁶⁾. Dies wurde durch insgesamt sechs eigene Vergleichsmessungen bei verschiedenen Wasserständen mit dem Mehrpunktverfahren nachgeprüft und bestätigt. Die dabei erhaltenen größten Differenzen betragen 1,9 % und liegen in der Größenordnung der Meßgenauigkeit der verfügbaren Flügelausrüstungen. Es wird deshalb da-

14) vgl. Keller, S. 69

15) Schaffernak, S. 94-100, und Wechmann, S. 100-105

16) Wechmann, S. 103

von ausgegangen, daß - insbesondere angesichts der dominierenden niedrigen Wasserstände - das Einpunktverfahren hinreichend genaue Abflußwerte liefert.

Die **A u s w e r t u n g** der Meßergebnisse erfolgte nach dem graphischen Verfahren, wie es z.B. Schaffernak beschreibt¹⁷⁾. Abb. 9 zeigt die Auswertung einer Abflußmessung. - Mit den so gewonnenen Meßwerten wurden dann die Abflußkurven für Steuer, Nonnenbach und Hagenbach ermittelt (Abb. 10-12).

Über die mittleren Tageswasserstände und die Abflußkurven war es jetzt möglich, die täglichen Abflüsse zu bestimmen. Da die absoluten Mengenangaben wenig aussagekräftig sind - ein großer Fluß mit großem Einzugsgebiet liefert auch bei Niedrigwasser größere Wassermengen als ein kleiner Fluß bei Hochwasser -, wurden die Abflüsse in Abflußhöhe und Abflußspende umgerechnet. Die Abflußhöhe wird in mm ausgedrückt und hat damit die gleiche Dimension wie die Niederschlagshöhe. Die Abflußspende ($l/sec.km^2$) bezeichnet die Anzahl der von einem Quadratkilometer des Einzugsgebietes in der Sekunde abfließenden Liter. Beide Größen sind unabhängig von der Gebietsgröße. In Tab. 3 sind die monatlichen Abflußspenden bzw. -höhen aufgeführt.

Die Aussage, daß die Beziehung zwischen Wasserstand und Abfluß immer eindeutig sei, ist etwas einzuschränken. Bei kleinen Gewässern im Flachland kann es vorkommen, daß durch Verkrautung des Flußbettes der Wasserstand beträchtlich angehoben wird, ohne daß der Abfluß sich erhöht¹⁸⁾. Bei den gut ausgebauten Flüssen, die hier untersucht wurden, war dieser Einfluß der Verkrautung jedoch nicht zu beobachten.

Den gemessenen Abfluß kann man aufspalten in einen oberirdischen und einen unterirdischen Anteil. Verfahren zur Abtrennung der beiden Komponenten geben z.B. Natermann und Wundt¹⁹⁾. In der Literatur häufig erwähnt sind die von Natermann geprägten Begriffe A_o und A_u . A_o bedeutet das oberflächlich in den Vorfluter fließende Wasser. Das bei Mittel-

17) Schaffernak, S. 98 f.

18) vgl. Hillebrand, siehe Literaturverzeichnis

19) Natermann, S. 17-21; Wundt, S. 199-204

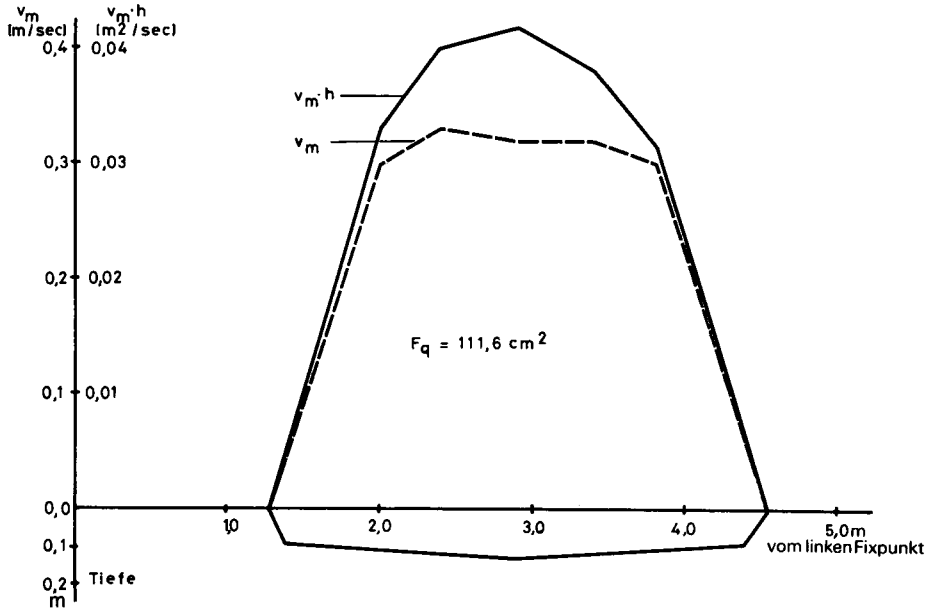


Abb.9: Auswertung einer Abflußmessung vom 26.5.1972
Pegel Hangenau am Nonnenbach

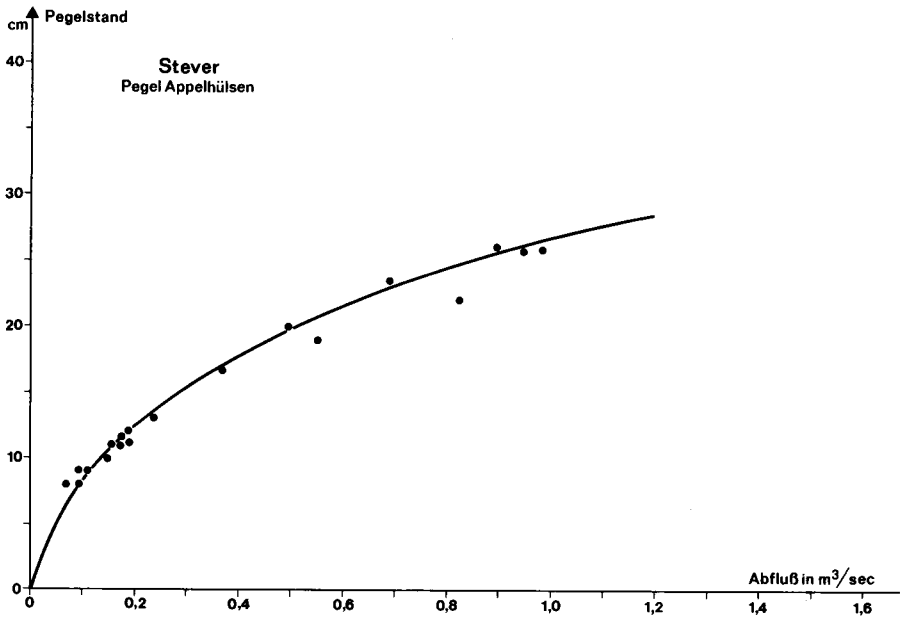


Abb.10: Abflußkurve der Stever am Pegel Appelhülsen

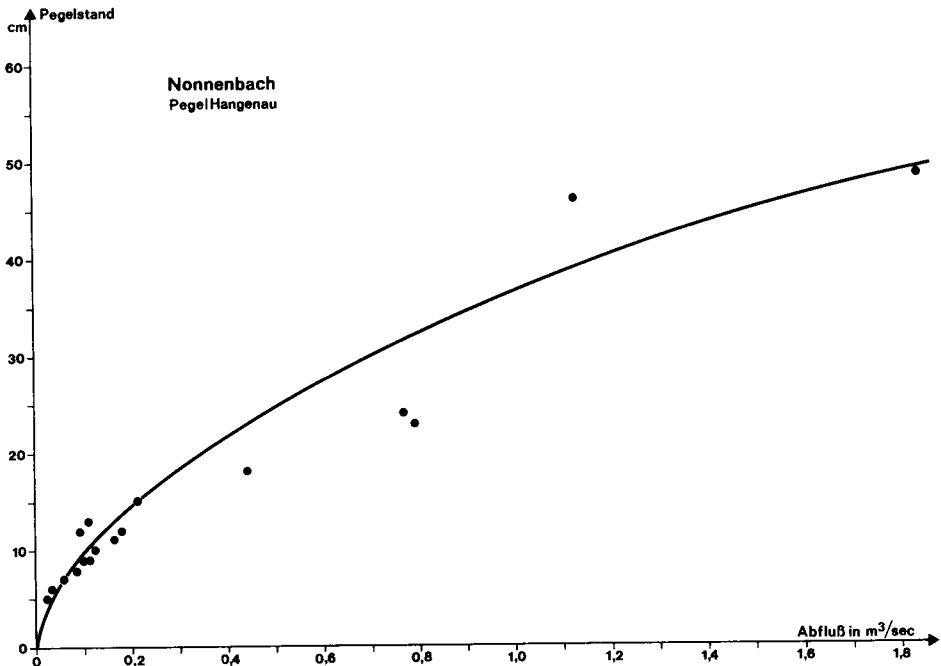


Abb. 11: Abflußkurve des Nonnenbachs am Pegel Hangenau

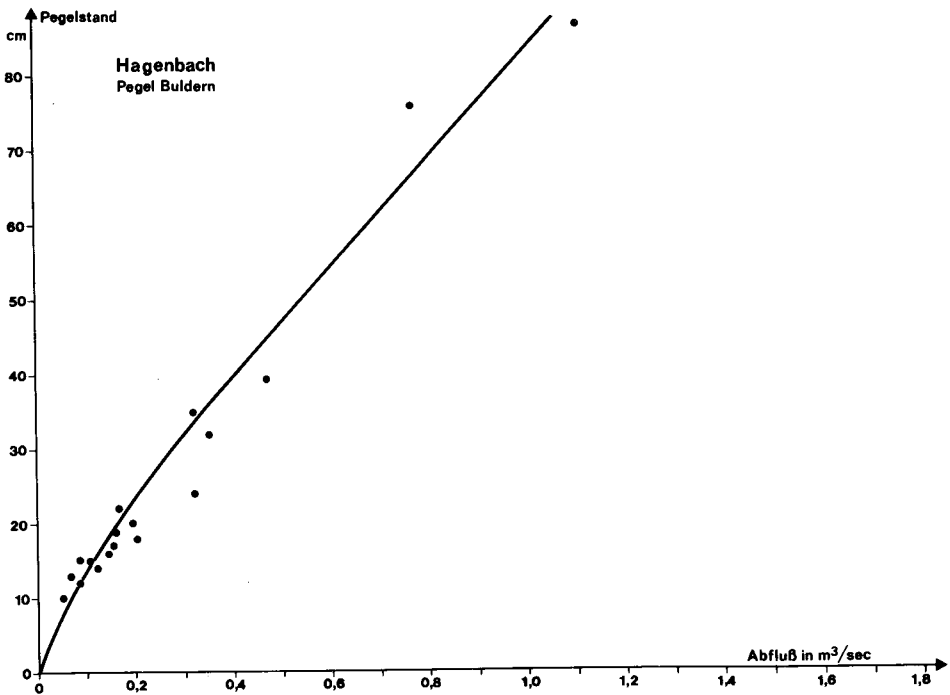


Abb. 12: Abflußkurve des Hagenbachs am Pegel Buldern

und Niedrigwasser zufließende 'langfristige Grundwasser'²⁰⁾ wird mit A_u bezeichnet. Aus dem Verhältnis von A_o zu A_u kann z.B. auf die Rückhalte­kraft des Bodens geschlossen werden. Auf diesen Fragenkomplex soll hier jedoch nicht näher eingegangen werden, da das Verhältnis von A_o zu A_u nur bei Vorliegen längerer Meßreihen genauer untersucht werden kann.

3.3 Verdunstungsmessung und -berechnung

Durch die Verdunstung wird ein erheblicher Teil des als Niederschlag gefallenen Wassers der menschlichen Nutzung vorenthalten. Deswegen ist es - heute mehr denn je - bedeutungsvoll, festzustellen, wieviel Wasser durch Verdunstung, genauer gesagt: durch Evapotranspiration verlorenggeht.

Unter *E v a p o t r a n s p i r a t i o n* versteht man die vom Boden an die Luft abgegebene Wassermenge (Evaporation) zuzüglich des von den Pflanzen durch die Stomata abgegebenen Wassers (Transpiration). Man unterscheidet zwischen potentieller (PET) und aktueller Evapotranspiration (AET). Die PET bezeichnet die von Boden und Pflanzenkleid maximal abzugebende Wassermenge. Diese wird erreicht, wenn den Pflanzen stets genügend Wasser zur Verfügung steht. Die AET ist die von Pflanzen und Boden tatsächlich abgegebene Wassermenge. Sie ist abhängig von den jeweiligen Witterungsverhältnissen, der Bodenfeuchte und dem Stadium der Pflanzenentwicklung²¹⁾.

Die AET des Untersuchungsgebietes war aus den in 2.3 erwähnten Gründen nicht direkt zu bestimmen. Um nicht auf reine Schätzungen angewiesen zu sein, wurde daher angenommen, daß diese Verdunstung etwa dem Mittel der Verdunstung von St. Arnold (etwa 30 km nördlich des Gebietes) und Haltern (etwa 20 km südwestlich) entspricht²²⁾.

Aus der Vielzahl von *M e t h o d e n*, die PET und AET zu messen und zu berechnen, seien hier nur diejenigen kurz er-

20) Natermann, S. 11

21) vgl. z.B. Schekorr, S. 95 f.

22) Die bei beiden Stationen gewonnenen Verdunstungsmeßwerte sowie die für die Verdunstungsberechnung benötigten Klimafaktoren wurden freundlicherweise vom Wasserwirtschaftsamt Münster zur Verfügung gestellt.

wähnt und beschrieben, die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung angewendet wurden. Weitere sehr ausführliche Darstellungen sind einschlägigen Monographien der World Meteorological Organization²³⁾ und von Konstantinov²⁴⁾ zu entnehmen. Bornholdt²⁵⁾ vergleicht die Ergebnisse verschiedener Evaporimeter und Verdunstungsformeln.

Die Verdunstung wurde auf drei verschiedene Arten ermittelt: nach den Werten des Class-A-Landverdunstungskessels, nach der Methode von Haude und nach der von Penman.

1. Der Class-A-Landverdunstungskessel des U. S. Weather Bureau oder kurz Class-A-Kessel, auf Empfehlung der World Meteorological Organization von den dieser Organisation angeschlossenen Meteorologischen Diensten weltweit als Standardgerät eingesetzt, gibt jedoch systematisch zu hohe Verdunstungswerte an, da er sich infolge des geringen Wasservolumens tagsüber stark erwärmt, und weil die Advektion relativ trockener Luft aus der Umgebung ('Oasen-Effekt') die Verdunstung der Wasserfläche erhöht.

2. Haude geht bei seiner Verdunstungsformel vom Sättigungsdefizit der Luft um 14.00 Uhr aus:

$$V = k (E - e) \quad (\text{mm/Tag})$$

E und e bezeichnen den mittleren Sättigungsdampfdruck bzw. den mittleren Dampfdruck der Luft. Das Sättigungsdefizit (E - e) ist eine Funktion der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchte. Der Faktor k ändert sich mit der Jahreszeit. Haude hat dafür empirisch folgende Werte gefunden²⁶⁾:

Mai	0,36	Sept.	0,33
Juni, Juli	0,38	Okt.-Apr.	0,30.
Aug.	0,36		

Mit der Frage, ob das so errechnete V nun die AET oder die PET darstellt, hat sich jüngst Schekorr ausführlich beschäftigt²⁷⁾. Er kommt zu dem Schluß, daß diese Verdunstung je

23) WMO, Technical Note No. 83

24) Konstantinov, S. 3-95

25) Bornholdt, S. 24-61

26) vgl. Berenyi, S. 273

27) Schekorr, S. 99-102

Tabelle 3 Abflußpenden und Abflußhöhen

Datum	Monatsmittel der Abflußpende in l/sec.km ²			Monatssummen der Abflußhöhe in mm		
	Steвер	Nonnen- bach	Hagen- bach	Steвер	Nonnen- bach	Hagen- bach
Mai 1972	4,3	4,8	3,6	11,5	12,7	9,5
Juni	4,4	4,0	4,6	11,3	10,2	12,0
Juli	10,1	15,8	11,4	26,9	42,4	30,4
Aug.	5,8	3,5	5,0	15,6	9,4	13,5
Sept.	6,8	5,5	6,1	17,7	14,1	15,9
Okt.	3,8	1,6	3,1	10,3	4,4	8,3
Nov.	9,9	9,8	8,8	25,7	25,4	22,9
Dez.	6,8	4,2	5,7	18,3	11,3	15,1
Jan. 1973	4,8	3,9	4,7	12,9	10,5	12,5
Febr.	20,8	18,4	12,0	50,2	44,4	29,1
März	12,8	5,5	6,9	34,2	14,8	18,4
April	18,5	15,4	9,0	47,9	39,8	23,4
Mai	8,7	4,4	6,1	23,2	11,8	16,3
Juni	4,8	1,5	3,7	12,5	4,0	9,5
Juli	3,3	0,9	2,6	8,9	2,4	7,1
Aug.	2,4	0,4	1,8	6,4	1,1	4,8
Sept.	2,3	0,3	0,4	6,0	0,8	0,9
Okt.	2,8	0,9	2,9	7,5	2,4	7,7

Tabelle 4 Monatssummen der potentiellen Gebietsverdunstung
in mm

Datum	Penman Wasser	Penman Vegetation	Haude	Class-A
Mai 1972	86	68	85	82
Juni	91	73	91	86
Juli	100	80	107	94
Aug.	79	63	91	92
Sept.	40	28	55	49
Okt.	17	12	54	32
Nov.	6	3	14	10
Dez.	0	0	19	5
Jan. 1973	4	2	10	5
Febr.	9	6	11	15
März	30	21	40	30
April	49	35	40	60
Mai	90	72	87	95
Juni	120	95	139	138
Juli	105	84	133	116
Aug.	99	79	153	141
Sept.	50	35	87	66
Okt.	17	12	35	21

nach Feuchtigkeitszustand des Bodens und Lage des Gebietes zwischen der AET und der PET liegt.

3. Die Berechnung der PET nach Penman ist sehr viel komplizierter. Die Erläuterung der Formel kann hier unterbleiben; es sei auf Keller²⁸⁾ und Wesseling²⁹⁾ verwiesen. Beide leiten die Formel ausführlich her; letzterer hat zudem Hilfstabellen ausgearbeitet, welche die Durchführung der Rechnung erleichtern. Es sollen nur kurz die Faktoren aufgezählt werden, die in die Formel eingehen. Das sind neben dem Sättigungsdefizit der Luft die Windgeschwindigkeit, welche die Verdunstung ebenfalls erheblich beeinflusst, und ferner das Verhältnis von wirklicher täglicher zu astronomisch möglicher Sonnenscheindauer. Dazu kommen noch einige 'Konstanten', welche die Ein- und Ausstrahlung betreffen. Die so ermittelte Verdunstung gilt nur für freie Wasserflächen. Durch Multiplikation mit einem Faktor K_1 läßt sich aber die PET einer mit Vegetation bestandenen Fläche ermitteln. Für k wurden empirisch folgende Zahlenwerte festgestellt³⁰⁾:

Mai - Aug.	0,8	Nov.-Feb.	0,6
Sept., Okt.	0,7	März, Apr.	0,7.

Mit den in St. Arnold und Haltern gemessenen Daten konnten für die Sommermonate nach den drei Verfahren die täglichen Verdunstungsmengen für beide Orte berechnet werden. Die aus den arithmetischen Mitteln gebildeten Tageswerte wurden ebenfalls wieder zu Monatssummen addiert. Die Ergebnisse sind in Tab. 4 zu finden. Darin bedeuten 'Penman-Wasser' die PET freier Wasserflächen, berechnet nach der Methode von Penman, und 'Penman-Vegetation' die reduzierte PET einer vegetationsbedeckten Fläche.

28) Keller, S. 61 f.

29) Wesseling, S. 1-5

30) vgl. Keller, S. 62

4. Die Wasserbilanz

4.1 Die Wasserhaushaltsgleichung

Grundlage jeder Wasserbilanz ist die allgemeine Wasserhaushaltsgleichung

$$N = A + V.$$

Darin bedeuten N: Niederschlag, A: Abfluß und V: Verdunstung. In dieser Form gilt die Gleichung aber nur für große Gebiete und lange Zeiträume. Nur unter diesen Voraussetzungen kann man annehmen, daß sich durch unregelmäßige Schwankungen des Niederschlags und der Verdunstung bedingte Wasservorratsänderungen ausgleichen. Schendel³¹⁾ gibt als kürzeste Zeitspanne dafür fünf Jahre an.

Will man die Gleichung für kleinere Gebiete und, wie in dieser Untersuchung, für hydrologische Halbjahre aufstellen, dann muß man sie um einige Glieder erweitern:

$$N = A_o + A_{GW} + V + I \pm S.$$

Als erstes wäre das Vorratsänderungsglied $S = (R - B)$ zu nennen. Dieses gibt an, ob in dem betrachteten Zeitraum die Rücklage R den Aufbrauch B überweg (Wasserspeicherung im Boden), oder ob eine Grundwasserzehrung vorlag. S kann also positiv oder negativ sein, wobei im allgemeinen während der Vegetationsperiode die Grundwasserzehrung überwiegt. Nach Herrmann³²⁾ ist eine quantitativ exakte Bilanzierung zur Zeit kaum möglich. Deswegen und auf Grund des Fehlens entsprechender instrumenteller Beobachtungen mußte darauf verzichtet werden, das Vorratsänderungsglied zahlenmäßig anzugeben.

Ein weiteres Glied in der Gleichung stellt das unterirdisch abströmende Grundwasser (A_{GW}) dar. Es darf als sicher gelten, daß Grundwasser in breiter Front aus dem Untersuchungsgebiet abfließt. Die Richtung dieses Abflusses kann man aus den nach SE abfallenden Grundwassergleichen erschließen³³⁾. Mit den zur Verfügung stehenden Geräten und Methoden ließ sich jedoch die

31) Schendel, S. 64

32) Herrmann, S. 49

33) vgl. Grundwassergleichenkarte

Menge des A_{GW} nicht ermitteln. Auch die Formel von Darcy³⁴⁾ konnte nicht angewandt werden, da die in die Gleichung eingehenden bodenabhängigen Konstanten für das Arbeitsgebiet noch nicht bekannt waren.

Die Interzeption (I) ist das dritte einzufügende Glied. Damit bezeichnet man den Teil des Niederschlags, der vom Kronendach des Waldes sowie von der Bodenvegetation festgehalten wird und durch Evaporation wieder an den Luftraum zurückgegeben wird. Wie Weihe³⁵⁾ bei mehrjährigen Messungen am NE-Rand des Untersuchungsgebietes festgestellt hat, ist die Interzeption stark abhängig von Art und zeitlicher Verteilung der Niederschläge, weiterhin von der Baumart (Nadelwald hat höhere Interzeptionsraten als Laubwald), der Bestandsdichte, der Jahreszeit etc. Es lassen sich also nur schwer genaue Zahlenangaben zur Interzeption machen. Für diese Untersuchung wurde in der Wasserhaushaltsgleichung $I = 0$ gesetzt. Das kann folgendermaßen begründet werden. Einerseits wird durch die Interzeption der Niederschlag vermindert, und zwar bei Laubwald im Sommerhalbjahr durchschnittlich um ca. 20 %³⁶⁾; bei Grünland dürfte der Prozentsatz geringer sein. Das Untersuchungsgebiet ist nur zu etwa 10 % bewaldet; dabei handelt es sich fast ausschließlich um Laubwald. Die Interzeptionsverluste für Wald und Grünland dürften damit in der Größenordnung von maximal 5 % des Gebietsniederschlags liegen. Andererseits ist auch die Niederschlagsbestimmung mittels des üblichen Instrumentariums mit systematischen Fehlern behaftet. So erfassen z.B. die Niederschlagsmesser in der Regel - standortabhängig - weniger als den wirklich auf den Boden fallenden Niederschlag. In den Boden eingelassene Geräte messen z.B. etwa 5 % mehr Regen als solche in 1 m Höhe³⁷⁾, wie sie allgemein üblich sind und auch bei dieser Untersuchung benutzt wurden. Desgleichen registrieren windgeschützte Ge-

34) Keller, S. 237 f

35) Weihe, Interzeptionsuntersuchungen, S. 17

36) Weihe, Niederschläge unter Buchen und Fichten, S. 116

37) Mündliche Mitteilung von Herrn Dr. M. Schröder über die Ergebnisse entsprechender Vergleichsmessungen des Wasserwirtschaftsamtes Münster

räte einen höheren Niederschlag als ungeschützte, wie sie hier Verwendung fanden³⁸⁾. Die beiden beschriebenen Effekte - Interzeptionsverluste und gerätebedingt zu niedrige Niederschlagsmessungen - lassen sich also nicht exakt bestimmen, halten sich jedoch in prozentual niedrigen Grenzen und sind zudem einander gegenläufig. Deshalb wurde angenommen, daß sie sich im Mittel etwa aufheben, also $I = 0$ gesetzt werden darf.

Dann reduziert sich die erweiterte Wasserhaushaltsgleichung auf

$$N = A_Q + A_{GW} + V \pm S.$$

Hier sei noch angemerkt, daß die Wasserbilanz für das Untersuchungsgebiet nicht durch Fernwasserversorgung einzelner Ortschaften im Gebiet, d.h. durch Wasser, das von außen in das Untersuchungsgebiet gepumpt wird und dort versickert, verfälscht wird. Eine Wasserentnahme durch Brunnen zur Belieferung von Orten außerhalb des Arbeitsgebietes findet ebenfalls nicht statt.

4.2 Auflösung der Wasserhaushaltsgleichung nach den nicht direkt bestimmbaren Gliedern

Als nicht unmittelbar bestimmbare Glieder der Wasserhaushaltsgleichung verbleiben also S und A_{GW} , die bei einer Auflösung der Wasserhaushaltsgleichung als gemeinsames Restglied ($A_{GW} \pm S$) zahlenmäßig ermittelt werden können.

Da alle für diese Arbeit gemessenen bzw. berechneten Größen im Rechenzentrum der Universität Münster nicht nur in Tabellenform ausgedruckt, sondern gleichzeitig auch auf Lochkarten ausgestanzt wurden, stehen alle Daten für weitere Berechnungen und automatische graphische Darstellungen (Plots) als Zeitreihen zur Verfügung. Die in Tab. 5 zusammengestellten und in Abb. 13 als Monatssummen aufgetragenen Parameter wurden hieraus abgeleitet.

Die drei oberen Diagramme in Abb. 13 geben den zeitlichen Gang von Niederschlag, Verdunstung und Abfluß während der

38) Wagner, S. 15 - 20

Monate Mai 1972 bis Oktober 1973 wieder. Da die Verdunstung nicht für die Einzugsgebiete von Stever, Nonnenbach und Hagenbach getrennt, sondern nur angenähert für das gesamte Untersuchungsgebiet berechnet werden konnte, wurden die Niederschläge und Abflüsse der drei Teilgebiete umgerechnet in Niederschlags- bzw. Abflußhöhen für das ganze Untersuchungsgebiet. Von den in Tab. 4 aufgeführten Monatswerten der Gebietsverdunstung wurde die nach Penman berechnete und auf vegetationsbestandene Flächen reduzierte PET übernommen, da diese Verdunstungsbestimmungsmethode im Vergleich mit den Meßwerten der Class-A-Landverdunstungskessel in St. Arnold und Haltern die besten Ergebnisse lieferte. - Das vierte Diagramm zeigt den Gang der beiden nicht direkt bestimmbareren Glieder der Wasserhaushaltsgleichung:

$$A_{GW} \pm S = N - (A_0 + V).$$

Im fünften und untersten Diagramm ist die Ganglinie des Wasserstandes eines Brunnens in der Nähe des Untersuchungsgebietes dargestellt. Es handelt sich um den Beobachtungsbrunnen AH 13, der etwa 1 km nordwestlich von Billerbeck liegt und dessen Wasserstand wöchentlich gemessen wird. Im Untersuchungsgebiet selbst befindet sich kein Brunnen, der wöchentlich oder auch nur monatlich kontrolliert wird³⁹⁾.

Obwohl die 18 Monate umfassende Niederschlagsreihe kaum eine jahreszeitliche Periodizität erkennen läßt, ist beim oberirdischen Gebietsabfluß A_0 im zweiten Diagramm eine Jahreschwankung bereits sichtbar. Ein Jahresrhythmus von Wasserhaushaltsgrößen wie z.B. des Ausdrucks $N - (A_0 + V)$ wird in erster Linie durch den ausgeprägten Jahresgang der Verdunstung (siehe Diagramm 3) induziert. Die hohen Beträge der Grundwasserzehrung während der Sommermonate, welche sich - zeitlich verzögert - auch in der Wasserstandsganglinie des Brunnens AH 13 widerspiegeln, haben vorwiegend im Verdunstungsregime ihre Ursache. Die Diagramme

³⁹⁾ Die Wasserstandsablesungen des Brunnens AH 13 stellte das Wasserwirtschaftsamt Münster freundlicherweise zur Verfügung.

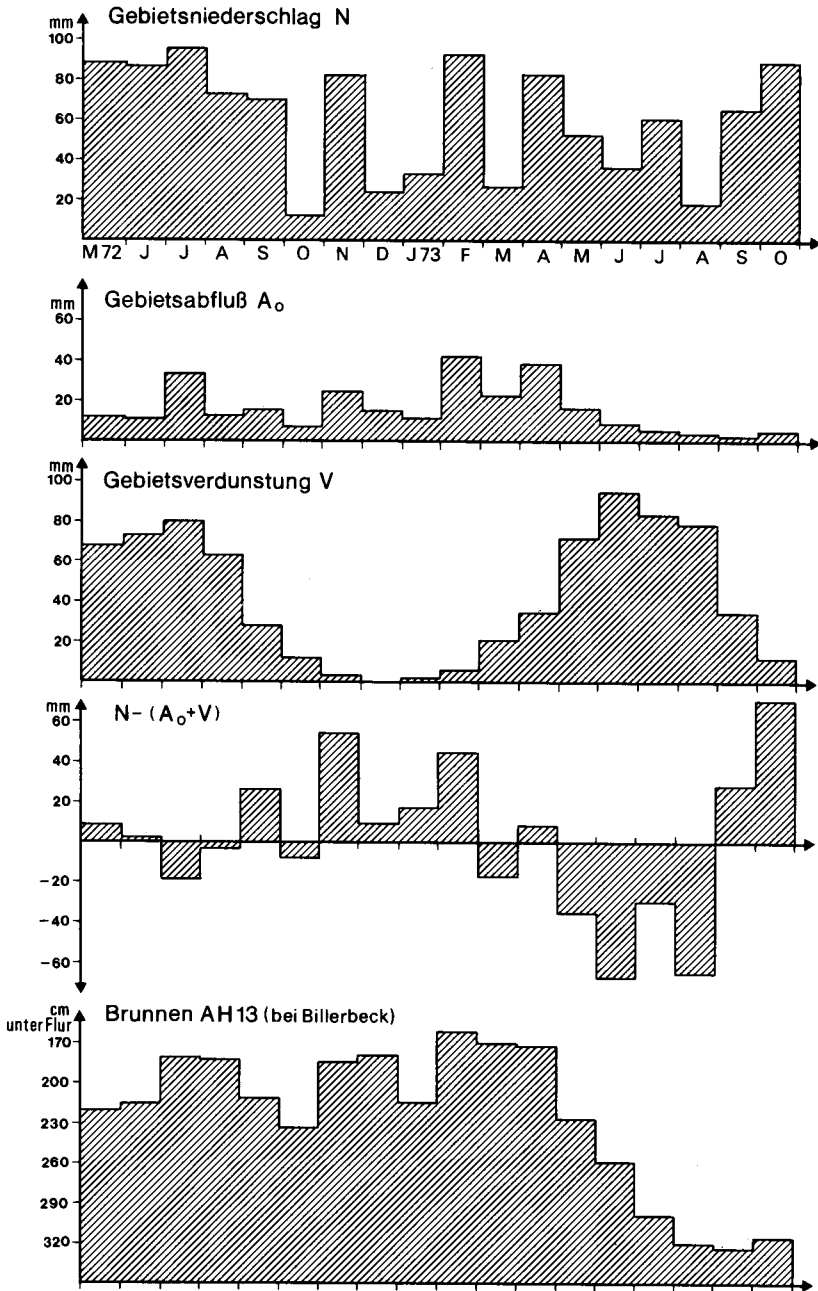


Abb.13: Die wichtigsten Wasserhaushaltsgrößen des Untersuchungsgebietes (auf Monatsbasis)

zeigen deutlich, daß sich die Ergänzung der Grundwasservorräte zeitlich invers zur Gebietsverdunstung vollzieht; sie lassen erkennen, daß die dem wirtschaftenden Menschen verfügbaren ergänzungsfähigen Wassermengen nur im Winterhalbjahr bereitgestellt werden. Die Nutzwassergewinnung während des Sommers greift also überwiegend auf gespeicherte Mengen in Form von Grundwasser oder Stauseeeinhalt zurück, zu deren Ergänzung es - bei einem nahezu ausgeglichenen Jahresgang des Niederschlags - der winterlichen Vegetationsruhe bedarf. Insbesondere das für die hydrogeographische Gebietsbewertung so wichtige Diagramm 4 in Abb. 13 verdeutlicht, daß die Absolutwerte der Niederschlagsmengen nur wenig über das nutzbare Wasserdargebot aussagen, und daß es zumindest der genauen Kenntnis von Verdunstung und Abfluß bedarf, um die Größenordnungen der verfügbaren ergänzungsfähigen Wassermengen angenähert richtig zu bestimmen.

4.3 Die Mengen im Wasserkreislauf des Untersuchungsgebiets und ihre Nutzung durch den Menschen

Bisher wurden, wenn von Niederschlag oder Abfluß die Rede war, immer nur Angaben in mm Wasserhöhe gemacht. Diese Größe hat den Vorzug, daß sie unabhängig von der Flächengröße ist, d.h. man kann verschiedene Gebiete bezüglich Niederschlag oder Abfluß miteinander vergleichen. Nun ist aber vor allem der Wasserwirtschaftler daran interessiert, zu erfahren, wieviel m^3 Wasser aus einem Gebiet wie dem hier untersuchten abfließen, wieviel bereits vom Menschen über Brunnenanlagen genutzt wird, und wie groß diese Mengen z.B. im Vergleich zum Wasserverbrauch der Stadt Münster sind⁴⁰⁾.

40) Im folgenden wird, außer auf die eigenen Messungen, Bezug genommen auf die Statistische Rundschau für den Kreis Münster (1970), auf die Statistische Rundschau für den Kreis Coesfeld (1970), auf mündliche Mitteilungen von Angehörigen der Amtsverwaltung Nottuln und auf ein Referat über "Probleme der Wasserversorgung am Beispiel der Stadt Münster", gehalten im Sommersemester 1971 im Rahmen eines geographischen Hauptseminars über "Probleme der Umweltforschung" bei Herrn Prof. Dr.W. Müller-Wille; vgl. Literaturverzeichnis.

Das Untersuchungsgebiet überdeckt etwa das ganze Amt Nottuln mit ungefähr 9.000 Einwohnern; dazu kommt ein Teil der Gemeinde Darup, die ca. 1.500 Einwohner zählt. Man kann also davon ausgehen, daß ungefähr 10.000 Einwohner im Untersuchungsgebiet leben. Der Wasserverbrauch dieser Bevölkerung läßt sich nur grob abschätzen, da ein Teil der Einwohnerschaft auf Höfen lebt und sich durch eigene Brunnen mit Wasser versorgt. Kleine Wasserwerke gibt es nur in Nottuln und Schapdetten. Das Rohrleitungsnetz ist aber in beiden Fällen auf den eigentlichen Ortskern beschränkt; das Wasserwerk Nottuln versorgt auch noch die Gemeinde Appelhülsen durch eine Wasserleitung.

Für die Gemeinde Schapdetten kann man von der geförderten Wassermenge und der Einwohnerzahl auf den mittleren täglichen Verbrauch pro Einwohner schließen, da bei einer Gemeindefläche von nur $2,3 \text{ km}^2$ wahrscheinlich die meisten Einwohner an die öffentliche Wasserversorgung angeschlossen sind und die Zahl der Höfe, die sich selbst versorgen, dagegen gering ist. Bei einer Förderung des Wasserwerkes von 28.113 m^3 (1971) und ca. 620 Einwohnern ergibt sich ein Pro-Kopf-Verbrauch von etwa 125 l/Tag^{41}). Im Sommerhalbjahr wird der Verbrauch etwas höher liegen als im Jahresdurchschnitt. Nimmt man an, daß der Pro-Kopf-Verbrauch dann auf ungefähr 140 l/Tag ansteigt und daß alle Einwohner im Untersuchungsgebiet ebenfalls diese Menge verbrauchen, so kommt man für die Monate Mai bis Oktober auf einen Wasserverbrauch, der in der Größenordnung von insgesamt $0,26 \text{ Mill. m}^3$ liegt. Diese Menge wird im Untersuchungsgebiet gefördert und kommt auch dort wieder zum Abfluß bzw. zur Versickerung. Die abfließende Wassermenge liegt während dieser Monate dagegen bei rd. $7,6 \text{ Mill. (1972)}$ bzw. $3,6 \text{ Mill. m}^3$ (1973). Die $0,26 \text{ Mill. m}^3$ Wasser, welche in diesem Zeitraum genutzt worden sind, machen im Sommer 1972 nur etwa $3,4 \%$ und im Sommer 1973 rd. $7,2 \%$ des gesamten 'Wasser-Outputs' aus. Über 90% verlassen also als A_0 das Gebiet, ohne

41) Zum Vergleich: der Pro-Kopf-Verbrauch betrug 1969 in Münster 182 l/Tag , wobei der industrielle Wasserverbrauch in diesem Wert inbegriffen ist.

darin zuvor den Zyklus Gewinnung-Gebrauch-Versickerung durchlaufen zu haben. Im hydrologischen Winterhalbjahr 1972/73 sank dieser Anteil auf etwa 2 % ab.

4.4 Die Einordnung der bisherigen Messungen in langjährige Mittelwerte

Bei einer hydrogeographischen 'Bestandsaufnahme' eines Gebietes wird man zu prüfen haben, ob die zugrunde liegenden Zahlenwerte der Wasserhaushaltsgrößen in etwa als langjährige Mittelwerte angesehen werden dürfen, oder ob die zeitlich begrenzten Meßreihen in besonders 'trockenen' oder 'feuchten' Jahren liegen. Zwar sagen die 'mittleren Verhältnisse' über die Möglichkeiten einer Wassernutzung nur wenig aus; für die Beurteilung von Zeitspannen als Extrema erweist sich der Mittelwert jedoch als brauchbar.

Im Untersuchungsgebiet stehen nur Niederschlagsmittel der Meßperiode 1931 - 1960 für die Stationen Billerbeck, Nottuln und Senden zur Verfügung; Verdunstungs- und Abfluß-Mittelwerte fehlen völlig. Da bei der Niederschlagsmeßstelle Senden wahrscheinlich aus stationsgeschichtlichen Gründen das langjährige Mittel gegenüber den heutigen Messungen um ca. 8 % zu hoch liegen dürfte, wurden die Sendener Langjahreswerte nicht berücksichtigt. Eine langjährige Abfluß-Meßreihe (1946 - 1970) im benachbarten Gebiet steht nur für die Ems am Pegel Eiden zur Verfügung. Diese Werte können jedoch wegen der Unterschiede im Niederschlags-Regime und in der Hydrogeologie der Ober-Ems-Region gegenüber dem Untersuchungsgebiet nur sehr bedingt für eine Beurteilung herangezogen werden.

Bei aller Vorsicht darf man dennoch annehmen, daß das Kernmünsterland im hydrologischen Sommerhalbjahr 1972 etwa 5 % mehr Niederschlag erhalten hat als dem langjährigen Mittel entspricht, und daß die Abflüsse um ca. 10 % über 'normal' gelegen haben dürften. Ein genaueres Studium des Witterungsverlaufs legt dabei die Vermutung nahe, daß die Gebietsverdunstung um rd. 5 % unter dem möglichen Langjahresdurchschnitt blieb.

Tabelle 5 Wasserhaushaltsgrößen in mm

Datum	Gebiets- Niederschlag.(=N)	Gebiets- Abfluß(=A ₀)	Gebiets- Verdunstung(=V)	N-(A ₀ +V)
Mai 1972	88	12	68	8
Juni	87	11	73	3
Juli	96	34	80	-18
Aug.	73	13	63	-3
Sept.	70	16	28	26
Okt.	12	8	12	-8
Nov.	82	25	3	54
Dez.	24	15	0	9
Jan. 1973	32	12	2	18
Febr.	93	43	6	44
März	27	23	21	-17
April	82	38	35	9
Mai	54	17	72	-35
Juni	36	8	95	-67
Juli	61	6	84	-29
Aug.	18	4	79	-65
Sept.	66	3	35	28
Okt.	89	6	12	71

Tabelle 6 Wahrscheinliche Langjahresmittel der wichtigsten Wasserhaushaltsgrößen in mm

	Gebiets- Niederschlag.(=N)	Gebiets- Abfluß(=A ₀)	Gebiets- Verdunstung(=V)	N-(A ₀ +V)
hydrol. So.Hj. (Mai-Ok.)	405	85	340	-20
hydrol. Wi-Hj. (Nov.-Ap.)	360	200	70	90
hydrol. Jahr	765	285	410	70

Das Winterhalbjahr 1972 / 1973 ist durch ein Zurückbleiben der Niederschläge um rd. 6 % hinter dem Mittel gekennzeichnet. Während dieser Zeit blieb der Abfluß der Ems bei Einen um ca. 22 % geringer als 'normal'. Über die Gebietsverdunstung sind wegen der geringen Winterbeträge kaum Aussagen möglich; wahrscheinlich werden im Normaljahr etwas höhere Werte erreicht.

Lagen im Trockensommer 1973 die Niederschläge im Untersuchungsgebiet um fast 22 % unter dem Langjahresmittel, so dürfte wegen der dominierenden antizyklonalen Witterungsperioden die Gebietsverdunstung rd. 10 % über 'normal' gelegen haben. Ein wesentlich höherer Anstieg von V kommt wegen des Wassermangels wohl kaum in Betracht. Der Abfluß der Ems bei Einen betrug nur 46 % des Mittels; im Untersuchungsgebiet flossen knapp 47 % des entsprechenden Wertes aus dem Sommerhalbjahr 1972 ab, was einer Abweichung von -52 % vom Langjahresmittel entsprechen dürfte.

Somit ergeben sich für die wichtigsten hydrogeographischen Schlüsselgrößen der Wasserhaushaltsgleichung die in Tabelle 6 zusammengestellten wahrscheinlichen Mittelwerte.

Es könnte naheliegen, den für $N - (A_0 + V)$ erhaltenen Jahreswert so zu interpretieren, daß - bei langfristig unverändertem Bodenwasservorrat, d.h. $S = 0$ - der nicht gemessene Grundwasserabfluß A_{GW} bei 70 mm und damit bei knapp 25 % von A_0 liegt. Eine derartige Schlußfolgerung erscheint jedoch ohne eine gründliche hydrogeologische Absicherung nicht statthaft. Denn neben geeigneten Brunnenbeobachtungen sind Detailangaben über die Feinstratigraphie des Untersuchungsgebietes sowie Speicherkapazität und Wasserleitfähigkeit der vorkommenden Böden unerlässlich, um die Wasserhaushaltsgrößen S und A_{GW} in ihrer zeitlichen Änderung zuverlässig zu bilanzieren.

Z u s a m m e n f a s s u n g u n d A u s b l i c k

Die ermittelten Zahlenwerte für die wichtigsten Einzelglieder der Wasserhaushaltsgleichung sind mit einigen kaum vermeidbaren **U n s i c h e r h e i t e n** behaftet. Während man wohl davon ausgehen darf, die Monatssummen des meßbaren Gebietsabflusses auf $\pm 5\%$ genau bestimmen zu können, werden die Fehlergrenzen bei der Ermittlung des Gebietsniederschlags bei etwa $\pm 10\%$ liegen. Für die Gebietsverdunstung sollte man sicherheitshalber Fehler bis zu 25% bei den Monatssummen in Rechnung stellen. Einige Glieder der Wasserhaushaltsgleichung für Flächen hydrogeographisch interessanter Größenordnung entziehen sich beim heutigen Stand der Meßtechnik noch weitgehend der quantitativen Bestimmbarkeit. So können bei Untersuchungsgebieten, welche über die Flächengröße von Lysimetern hinausgehen, Zahlenwerte der Differenz von Rücklage und Verbrauch nur durch hydrogeologische Spezialuntersuchungen bestimmt werden. Das Gleiche gilt für die Erfassung des unkontrollierten unterirdischen Grundwasserabflusses, dessen Richtung zwar aus dem Gradienten zwischen den Grundwasserhöhengleichen erschlossen werden kann, für dessen quantitative Erfassung es jedoch gesonderter Studien bedarf, die im Rahmen dieser Arbeit nicht geleistet werden können. Hier wird der torschafte Charakter der vorliegenden Untersuchung besonders deutlich.

Auch der unternommene Versuch einer Übertragung der gewonnenen Zahlenwerte auf die langjährigen 'mittleren Verhältnisse' kann wegen der verbleibenden Unsicherheit gegenwärtig nur mit allem Vorbehalt interpretiert werden.

Trotz dieser Einschränkungen war es möglich, innerhalb des Untersuchungsgebietes die **G r ö ß e n o r d n u n g** **d e s W a s s e r k r e i s l a u f s** für die Monate Mai 1972 bis Oktober 1973 zu ermitteln. Dabei ergab sich, daß die Ressource Wasser von der im SW-Vorland der Baumberge lebenden Bevölkerung nur zu etwa 5% durch Leitungssysteme in **Anspruch** genommen wird; der überwiegende Anteil verläßt das

Gebiet als 'output', d.h. als Abfluß, ohne zuvor an Ort und Stelle über Wassergewinnungsanlagen einen menschlichen Nutzungszyklus durchlaufen zu haben.

Alle das Untersuchungsgebiet entwässernden Gerinne vereinigen sich in der Stever und streben somit der **H a l t e r n e r T a l s p e r r e** als dem künstlichen Rückhaltebecken des größten Trinkwasserwerks Europas zu, von wo aus der Wasserbedarf des nördlichen Ruhrreviers sowie von Teilen des Münsterlandes gedeckt wird.

Bei einer schon heute und erst recht in Zukunft immer dringlicher werdenden Erhöhung der Nutzungsintensität der nicht unbeschränkt vermehrbaren Wasservorräte kann also für das hier untersuchte Gebiet westlich von Münster davon ausgegangen werden, daß ein hoher Prozentsatz des verfügbaren Wassers erst sehr spät, d.h. in der Stever-Talsperre, zu hochwertigem Trinkwasser aufbereitet wird. Für die **S t a d t M ü n - s t e r**, die wegen der Begrenztheit der Wasservorräte im Nahbereich bereits seit langem Teile des Trinkwasserbedarfs über eine Fernleitung von Haltern her deckt, könnte sich hier - zumindest theoretisch - eine zusätzliche Möglichkeit zur Wassergewinnung eröffnen. Würde man nämlich den Kies-Sand-Rücken nördlich des Stadtrandes durch Infiltration mit dem hochwertigen Rohwasser aus Stever, Nonnenbach und Hagenbach, der vor Einmündung in die Stever noch den Mühlbach aufnimmt, anreichern, dann könnten im Nahbereich der Stadt zusätzliche Trinkwassermengen aufbereitet und zur Verfügung gestellt werden. Dazu erwiese sich etwa zwischen Senden und Lüdinghausen südlich des Dortmund-Ems-Kanals die **S c h a f f u n g** eines **S t a u s e e s** als unumgänglich, der neben seiner Erholungsfunktion in verkehrsgünstiger Lage und landschaftlich reizvoller Umgebung auch ganzjährig eine Rohwasserzuführung (von halber Länge der Halterner Trinkwasserleitung) nach Münster speisen müßte. - Auch nach Fertigstellung des neuen Wasserwerks Haskenau in der Ur-Ems-Rinne dürfte die Stadt Münster mit ihren Randgemeinden um 1985 noch einen aus weiteren Quellen oder durch Fremdbezug zu deckenden Mehrbedarf von jährlich 6 Mill. m³ Trinkwasser aufweisen. Vor diesem

Hintergrund könnte ein derartiger Plan etwas von seiner scheinbaren Absurdität verlieren.

Bekanntlich verursacht die offene Wasserfläche eines Sees Verdunstungs-Mehrverluste, die bei einer angenommenen Oberfläche eines Rückhaltebeckens von 1 km^2 rd. $0,3 \text{ Mill. m}^3$ pro Jahr betragen⁴²⁾. Der bisher jährlich aus dem Arbeitsgebiet zur Stever-Talsperre abfließende Gesamt-'output' von im Mittel $23,2 \text{ Mill. m}^3$ würde sich nach Verwirklichung einer derartigen Maßnahme um $6,3 \text{ Mill. m}^3$, d.h. um 27 %, verringern. Eine Zutragseinbuße dieser Größenordnung kann jedoch für die Wassergewinnung in Haltern ein Problem bedeuten.

Die Frage, ob ein zusätzliches Stauseeprojekt im Raum Lüdinghausen-Senden wasserwirtschaftlich sinnvoll und wasserrechtlich realisierbar erscheint, kann am Schluß dieser Studie nur aufgeworfen werden; die Beantwortung muß den Fachleuten vorbehalten bleiben.

⁴²⁾ Werner, S. 13

Literatur

- Berényi, D.: Mikroklimatologie. Mikroklima der bodennahen Atmosphäre. Stuttgart 1967.
- Bornholdt, A.: Evaporation und Evapotranspiration. Korrelationsuntersuchungen in einem Bewässerungsgebiet. In: Mitt. d. Leichtweiß-Instituts f. Wasserbau und Grundbau d. TU Braunschweig, H. 23. 1969.
- Herrmann, R.: Vergleichende Hydrographie des Taunus und seiner südlichen und südöstlichen Randgebiete. Gießener Geogr. Schriften, H. 5. Gießen 1965.
- Hillebrand, D.: Verkrautung und Abfluß. In: Besond.Mitt.z. Dt. Gewässerkundlichen Jb., Nr. 2. Hannover 1950.
- Höll, K. u.a.: Wasser, Untersuchung, Beurteilung, Aufbereitung, Chemie, Bakteriologie, Biologie. Berlin 1968.
- Keller, R.: Gewässer und Wasserhaushalt des Festlandes. Leipzig 1961.
- Konstantinov, A.R.: Evaporation in Nature. Jerusalem 1966.
- Müller-Wille, W.: Westfalen. Landschaftliche Ordnung und Bindung eines Landes. Münster 1952.
- Müller-Wille, W. u.a.: Der Landkreis Münster. Münster 1955.
- Natermann, E.: Der Wasserhaushalt des oberen Emsgebietes nach dem A_u -Linien-Verfahren. Veröffentl.d.Minist.f. Ernährung, Landw. und Forsten des Landes NRW. Düsseldorf 1958.
- Schaffernak, F.: Hydrographie. Graz 1960 (Unv.Abdr.d. 1935 in Wien ersch. Ausg.).
- Schekorr, E.: Untersuchungen über den Wasserhaushalt von drei kleinen Niederschlagsgebieten in Schleswig-Holstein unter besonderer Berücksichtigung der Gebietsverdunstung. Diss. Kiel 1971.
- Schendel, U.: Über den Wasserhaushalt im norddeutschen Flachland, erläutert am Beispiel Schleswig-Holstein. Teil III: Wasserhaushalt und Landschaft. Untersuchungen in Niederschlagsgebieten des Binneneiderraumes. In: Besond.Mitt.z. Dt. Gewässerkundl. Jb., Nr. 34. Kiel 1971.

- Schneider, H.: Die geo-hydrologischen Verhältnisse des Gebietes der Baumberge. In: Decheniana Bd. 100 A, Bonn 1940. S. 187-228.
- Statistische Rundschau für den Kreis Münster, Düsseldorf 1970.
- Statistische Rundschau für den Kreis Coesfeld. Düsseldorf 1970.
- Wagner, M.: Die Niederschlagsverhältnisse in Baden-Württemberg im Lichte der dynamischen Klimatologie. Bad Godesberg 1964.
- Wechmann, A.: Hydrologie. Wien 1964.
- Weihe, J.: Warum noch immer Interzeptionsuntersuchungen im Wald? In: Untersuchungen in Nordwestdeutschland über die Beziehungen zwischen Wald und Wasser, bearb. v. K.-H. Günther, Essen 1970 (=Mitt.d. Arbeitskreises 'Wald und Wasser', Nr. 5). S. 10-22.
- Weihe, J.: Die Niederschläge unter Buchen und Fichten im trockenen Sommer 1973. In: Der Forst- und Holzwirt, 29. Jg., Nr. 6. Hannover 1974. S. 113-116.
- Werner, J.: Baggerseen. Ihre Bedeutung für Landschaftsplanung und Wasserwirtschaft. In: Naturschutz-u. Naturparke, 2.Vj. 1973, Heft 69. Hamburg 1973. S. 12-16.
- Wesseling, J.: Hulpmiddelen bij de berekening van de verdamping uit een vrij wateroppervlak. Overdruk uit: Verslagen en Mededelingen no. 4, 1960 (Commissie voor Hydrologisch Onderzoek T.N.O.).
- World Meteorological Organization, Technical Note No. 83: Measurement and Estimation of Evaporation and Evapotranspiration. Report of a Working Group on Evaporation Measurement of the Commission for Instruments and Methods of Observation. Prepared by M. Gangopadhyaya a.o. Geneva 1966.
- Wundt, W.: Gewässerkunde. Berlin u.a. 1953.
- Heitmann, K.-J. u.a.: Probleme der Wasserversorgung am Beispiel der Stadt Münster. Referat im Rahmen des Seminars 'Ausgewählte Probleme der Umweltforschung' unter Leitung von Prof. Dr. W. Müller-Wille, Münster, SS 1971.

Karten

Klimaatlas von Nordrhein-Westfalen. Offenbach 1960.

Gewässerkundliche Karten von Nordrhein-Westfalen 1 : 300 000
Ausgabe 1955

1. Mittlere jährliche Niederschlagshöhen des Zeitraumes
1931/50 in mm

2. Mittlere jährliche Abflußpenden des Zeitraumes 1931/50
in l/sec · km²

3. Mittlere jährliche Verdunstungshöhen des Zeitraumes
1931/50 in mm.

Topographische Karte 1 : 100 000; C 3906 Gronau 1971, C 3910
Rheine 1959, C 4306 Recklinghausen 1966, C 4310 Münster 1970.

Übersichtskarte von Nordrhein-Westfalen 1 : 100 000, C 4310
Münster; A Geologische Karte 1959, B Bodenkarte 1959, C Hydro-
geologische Karte 1960.

Topographische Karte 1: 50 000; L 4108 Coesfeld 1963, L 4110
Münster 1968, Orohydrographische Ausgabe; L 4108 Coesfeld 1963,
L 4110 Münster 1968.

Karte der Grundwasserhöhengleichen 1 : 50 000; L 4110/12
Münster/Warendorf, Stand: Okt. 1963.

Topographische Karte 1: 25 000; 4009 Coesfeld 1970, 4010 Not-
tuhn 1967, 4109 Dülmen 1970, 4110 Buldern 1967.

Arbeitskarten des Wasserwirtschaftsamtes Münster 1: 25 000
zum Verzeichnis der Flächeninhalte der Niederschlagsgebiete
der Ems, der Küstenflüsse zwischen Weser und Ems und der Zu-
flüsse zum Ijsselmeer im deutschen Grenzgebiet zwischen Ems
und Rhein. Düsseldorf 1957.

VERÖFFENTLICHUNGEN

der Geographischen Kommission für Westfalen und des Instituts für Geographie und Länderkunde der Universität **Münster**, I—IV Selbstverlag

I. Arbeiten der Geographischen Kommission

1. Riepenhausen, H.: Die bäuerliche Siedlung des **Ravensberger Landes** bis 1770. 1938. vergr.
2. Krakhecken, M.: **Die Lippe**. 1939. vergr.
3. Ringleb, F.: **Klimaschwankungen** in Nordwestdeutschland (seit 1835). vergr.
4. Lucas, O.: **Das Olper Land**. 1941. vergr.
5. Uekötter, H.: Die **Bevölkerungsbewegung in Westfalen** und Lippe 1918 bis 1933. 1941. vergr.
6. Heese, M.: Der Landschaftswandel im mittleren **Ruhr-Industriegebiet** seit 1820. 1941. DM 6,00
7. Bertelsmeier, E.: Bäuerliche Siedlung und Wirtschaft im **Delbrücker Land**. 1942. vergr.

II. Westfälische Geographische Studien

1. Müller-Wille, W.: **Schriften und Karten zur Landeskunde Nordwestdeutschlands** 1939—1945. 1949. vergr.
2. Müller-Temme, E.: Jahrgang der **Niederschlagsmenge in Mitteleuropa**. 1949. DM 2,00
3. Müller, H.: **Die Halterner Talung**. 1950. DM 2,00
4. Herbort, W.: Die ländlichen Siedlungslandschaften des Kreises **Wiedenbrück** um 1820. 1950. vergr.
5. Fraling, H.: Die Physiotope der **Lahntalung** bei Laasphe. 1950. DM 2,50
6. Schuknecht, F.: Ort und Flur in der **Herrlichkeit Lembeck**. 1952. vergr.
7. Niemeier, G.: Die Ortsnamen **des Münsterlandes**. Ein kulturgeographischer Beitrag zur Methodik der Ortsnamenforschung. 1953. vergr.
8. Eversberg, H.: Die Entstehung der **Schwerindustrie um Hattingen** 1847—1857. Ein Beitrag zur Grundlegung der schwerindustriellen Landschaft an der Ruhr. 1955. vergr.
9. Pape, H.: Die Kulturlandschaft des **Stadtkreises Münster um 1828** auf Grund der Katasterunterlagen. 1956. vergr.
10. Heßberger, H.: Die Industrielandschaft des **Beckumer Zementreviers** DM 6,40
11. Pfaff, W.: Die **Gemarkung Ohrsen** in Lippe. Münster/Ohrsen 1957. vergr.
12. Denecke, K.: Flüsse und Wasserwirtschaft, Wasserbiologie und Wasserkrankheiten in **Mesopotamien**. 1958. DM 3,80
13. Timmermann, O., L. Hempel und H. Hambloch: Zur Kulturgeographie der **Ötztaler Alpen**. 1958. DM 5,60
14. Heising, P. Heldemar: Missionierung und Diözesanbildung in **Kalifornien**. 1962. vergr.
15. **Entwicklungshilfe und Entwicklungsland**. Begriff, Probleme und Möglichkeiten. A. Antweiler, W. Manshard, R. Mohr, G. Pfeifer, E. Sarkisyans, A. Sievers. O. Timmermann. 1962. DM 14,80
16. Dege, W.: Zur Kulturgeographie des **Nördlichen Gudbrandsdals**. 1963. DM 14,80
17. Fröhling, M.: Die Bewässerungslandschaften an der **spanischen Mittelmeerküste**. 1965. DM 12,40
18. Hambloch, H.: Der Höhengrenzsäum der **Ökumene**. 1966. DM 19,20
19. Bronny, H. M.: Studien zur Entwicklung und Struktur der Wirtschaft in der Provinz **Finnisch-Lappland**. 1966. DM 14,40

20. Giese, E.: Die untere **Haseniederung**, eine ländlich-bäuerliche Landschaft im nordwestdeutschen Tiefland. 1968. DM 20,00
21. Beyer, L.: Der Siedlungsbereich von **Jerzens im Pitztal/Nordtirol**. 1969. DM 18,00
22. Mayhew, Alan: Zur strukturellen Reform der Landwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland, erläutert an der **Flurbereinigung in der Gemeinde Moorriem/Wesermarsch**. 1970. DM 15,00
23. Stonjek, D.: Sozialökonomische Wandlung und Siedlungslandschaft eines **Alpentales (Defereggien)**. 1971. DM 15,00
24. Döhrmann, W.: Bonitierung und Tragfähigkeit eines **Alpentales (Defereggien)**. 1972. DM 17,50
25. **Oldenburg** und der **Nordwesten**. Deutscher Schulgeographentag 1970. Vorträge, Exkursionen und Berichte. 1971. DM 30,00
26. Bahrenberg, G.: Auftreten und Zugrichtung von **Tiefdruckgebieten in Mitteleuropa**. 1973. DM 25,00
27. Giese, E.: Sovchoz, Kolchoz und persönliche Nebenerwerbswirtschaft in **Sowjet-Mittelasien**. 1973. DM 40,00
28. Sedlaček, P.: Zum Problem **intraurbaner Zentralorte**, dargestellt am Beispiel Stadt Münster. 1973. vergriffen
29. Treude, E.: **Nordlabrador**. Entwicklung und Struktur von Siedlung und Wirtschaft in einem polaren Grenzsaum der Ökumene. 1974. DM 25,00
30. Müller-Wille, Ludg.: Lappen und Finnen in **Utsjoki, Finnland**. Eine Studie zur Identität ethnischer Gruppen im Kulturkontakt. 1974. DM 25,00

III. Spieker

1. Bertelsmeier, E. u. W. Müller-Wille: Landeskundlich-statistische **Kreisbeschreibung in Westfalen**. Anleitung für Kreisbeschreiber. 1950. DM 2,20
2. Wehdeking, R.: Die **Viehhaltung in Westfalen 1818—1948**. 1. Folge: **West- und Ostmünsterland**. Müller-Wille, W.: Der Viehstapel in Westfalen. 1950. DM 2,50
3. Schneider, P.: Natur und Besiedlung der **Senne**. 1952. vergr.
4. Wehdeking, R.: Die **Viehhaltung in Westfalen 1818—1948**. 2. Folge: **Kernmünsterland und Hellwegbörden**. Müller-Wille, W.: Die Schweinehaltung in Westfalen. 1953. DM 4,20
5. Gorki, H. F.: Die Grundrisse der städtischen Siedlungen in **Westfalen**. Timmermann, O.: Grundriß und Altersschichten der Hansestadt **Soest**. Steiner, G.: Funktionales Gefüge der Großstadt **Gelsenkirchen**. Müller, H.: Der Untergrund von Münster. 1954. vergr.
6. Taschenmacher, W.: Die **Böden des Südergebirges**. 1955. DM 6,00
7. Lucas, O.: Die **Sauerland-Höhenstraße** Hagen—Siegen—Gießen. Sommer, R.: Die Industrie im mittleren **Lennetal**. 1956. DM 3,20
8. Hoffmann, G.: Funktionale Bereichsbildung im Raume **Emsland-Südoldenburg**. Müller-Wille, W.: Erreichbarkeit und **Einkaufsmöglichkeit**. 1957. DM 6,40
9. Stork, Th.: Das Flußtal der **Hönne**. Hambloch, H.: Naturräume der **Emsandebene**. Ringleb, F.: Das **phänologische Jahr** in Westfalen. 1958. DM 9,60
10. Böttcher, G.: Die **agrarographische Struktur Westfalens 1818—1950**, erl. an der pflanzlichen Produktion. 1959. DM 12,00
11. Feige, W.: Talentwicklung und Verkarstung im Kreidegebiet der **Alme**. Kleinn, H.: Die Schledden auf der **Haarfläche**. 1961. DM 11,60
12. Hempel, L.: Das Großrelief am **Südrand der Westfälischen Bucht** und im **Nord-sauerland**. Seraphim, E. Th.: Glaziale Halte im südlichen unteren **Weserbergland**. Wölcken, K.: Regenwetterlagen in **Argentinien**. 1962. vergr.
13. Schäfer, P.: Die wirtschaftsgeographische Struktur des **Sintfeldes**. Engelhardt, G. S.: Die **Hecke** im nordwestlichen **Südergebirge**. 1964. DM 13,20

14. Müller-Wille, W.: Bodenplastik und **Naturräume Westfalens**. Textband u. Kartenband. 1966. DM 28,00
15. Rack, E.: Besiedlung und Siedlung des **Altkreises Norden**. 1967. DM 9,60
16. Kluczka, G.: Zum Problem der **zentralen Orte** und ihrer Bereiche — Wissenschaftsgeschichtliche Entwicklung in **Deutschland** und Forschungsstand in **Westfalen**. 1967. DM 9,60
17. Poeschel, H.-Cl.: Alte **Fernstraßen** in der mittleren **Westf. Bucht**. 1968. DM 16,00
18. Ludwig, K.-H.: Die **Hellwegsiedlungen** am Ostrande Dortmunds. 1970. DM 12,50
19. Windhorst, H. W.: **Der Stemweder Berg** — eine fortsgeographische Untersuchung. 1971. DM 12,50
20. Franke, G.: Bewegung, Schichtung und Gefüge der **Bevölkerung** im **Landkreis Minden**. 1972. DM 15,00
21. Hofmann, M.: **Ökotope** und ihre Stellung in der Agrarlandschaft. Werner / Schweter: **Hydrogeographische Untersuchungen**. 1973.
22. Hüls, H.: **Heiden** in Lippe. Zur Genese und Struktur eines dörflichen Lebensraumes. 1974. DM 30,00

IV. Landeskundliche Karten und Hefte

Bodenplastik und Naturräume Westfalens 1:100 000 in Fünffarben- druck

1. Blatt Kreis **Paderborn** (1953), 2. Blatt Kreis **Münster** (1955), 3. Blatt Kreis **Brilon** (1957), 4. Blatt Kreis **Altena** (1962), 5. Blatt Kreis **Wiedenbrück** (1968).

Siedlung und Landschaft in Westfalen

1. Müller-Wille, W.: und E. Bertelsmeier: Der **Stadtkreis Münster** 1820 bis 1955. Erl. zur Karte 1:10 000. 1955. vergr.
2. Wöhlke, W.: Die Kulturlandschaft des **Hardehausener und Dalheimer Waldes**. 1957. DM 7,00
3. Platt, R. S.: A Geographical Study of the **Dutch-German Border**. Deutsch von E. Bertelsmeier. 1958. DM 9,60
4. Ringleb, A. und Hambloch, H.: Studien zur Genese **agrarbäuerlicher Siedlungen**. 1961. DM 11,60
5. Müller-Wille, Mich.: Die **eisenzeitlichen Fluren** in den **festländischen Nordseegebieten**. 1965. DM 26,40
6. Brand, Fr.: Zur Genese der ländlich-agraren Siedlungen im **lippischen Osning-Vorland**. 1967. DM 21,60
7. Sönnecken, M.: Die mittelalterliche Rennfeuerverhüttung im **märkischen Sauerland**. 1971. DM 35,00
8. Burrichter, E.: Die potentielle natürliche Vegetation in der **Westf. Bucht**. Erl. zur Übersichtskarte 1:200 000. 1973.

V. Die Landkreise in Westfalen

Böhlau-Verlag, Köln

1. Der Landkreis **Paderborn**. Bearbeitet in der Geographischen Kommission von G. von Geldern-Crispendorf. Münster 1953. DM 22,00
2. Der Landkreis **Münster**. Bearb. in der Geogr. Kommission u. dem Gegr. Institut der Universität Münster von W. Müller-Wille, E. Bertelsmeier, H. F. Gorki, H. Müller, Münster 1955. DM 28,00
3. Der Landkreis **Brilon**. Bearbeitet in der Geographischen Kommission von A. Ring-
leb geb. Vogedes. Münster 1957. DM 28,00
4. Der Landkreis **Altena**. Bearbeitet in der Geographischen Kommission von E. Wag-
ner. Münster 1962. DM 28,00
5. Der Landkreis **Wiedenbrück**. Bearbeitet in der Geographischen Kommission von
W. Herbort, W. Lenz, I. Heiland und G. Willner. Münster 1969. DM 34,00

Tabelle 1: Klassifikation der Ökosysteme nach dem Grad der ökologischen Verwandtschaft

Klassifikations- stufe	Kriterien der Zuordnung		Ökosysteme
	zur gleichen Einheit	zu verschied.Einheiten	
Klasse	gleiche höchste übergeordnete Merkmale der dominanten Faktorengruppe	keine gemeinsamen dominanten Faktorengruppen	wasser-oder nicht wasserbeeinflußt
Ordnung	gleiche übergeordnete Faktoren der dominanten Faktorengruppe	wenigstens unterschiedl. übergeordnete Faktoren	grund-oder stauwasserbeeinflußt
Familie	gleiche Intensitätsstufe der dominanten Faktoren	wenigstens stark unterschiedl.Intensitätsstufen der gleichen dominanten Faktorengruppe	starker Grundwassereinfluß u.Überflutung oder mäßiger Grundwassereinfluß
Gattung	gleiche untergeordnete dominante Faktoren	wenigstens unterschiedliche untergeordnete dominante Faktoren	mäß.Grundwassereinfluß mit nährstoffr. lehm.oder armen sand. Boden
Art	gleiches ökolog.Wirkungsgefüge eines Ökosystemtyps	wenigstens unterschiedliche recessive Faktoren	mäßiger oder schwacher Grundwassereinfluß, Grundw.-Flurabstand 8-13/13-20 dm
Individuum	ein Ökotop, zusammenhängendes ökolog. homogenes Areal	wenigstens nicht zusammenhängende Areale des gleichen Ökosystemtyps	gleicher Ökosystemtyp in räuml.Trennung

Tabelle 2: Vergesellschaftung der Ökotope im Untersuchungsgebiet

Ökoto- p-gesellsch.	Ö k o t o p e d e s Ö k o s y s t e m t y p s N r .																										Kies- bagger.	Wasser- fläche	Summe	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26				
Nr. 1	a *																					41,3	112,5			52,1	10,9			216,8
	b																					19,1	51,9			24,0	5,0			100,0
	c																					6	12			2	4			24
Nr. 2	a	10,7	42,5	0,7	0,6	4,5	7,8	1,3		1,8																				
	b	11,9	47,3	0,8	0,7	5,0	8,7	1,4		2,0																				20,0
	c	20	5	1	2	3	5	1		1																				22,2
Nr. 3	a	0,2		0,8	4,0	1,4		8,4	27,7	20,6	68,0	5,3	112,1																	
	b	0,1		0,3	1,6	0,5		3,4	11,1	8,3	27,2	2,1	44,9																	
	c	2		2	14	1		4	10	4	13	5	12																	30
Nr. 4	a		0,2	0,4	1,9				2,5		3,0	0,2	5,1	1,4	25,1	93,0	151,8	90,9	10,7	22,8		6,6	25,2	11,8	8,0					
	b		0,1	0,1	0,4				0,5		0,7	0,1	1,1	0,3	5,4	20,2	33,0	19,7	2,3	4,9		1,4	5,5	2,6	1,7					
	c		1	1	2				1		2	1	5	1	2	7	7	10	2	2		1	6	3	3					
Nr. 5	a				3,7			1,9	3,3				2,5	22,7	29,4	43,6	15,7	19,3			234,0	224,9	65,8	15,4	7,2				6,1	
	b				0,5			0,3	0,5				0,4	3,3	4,2	6,3	2,2	2,8			33,6	32,3	9,5	2,2	1,0				0,9	
	c				1			1	2				3	3	2	7	7	8			10	16	16	5	3				1	
Nr. 6	a																													
	b																						6,6	32,9	63,5					2,0
	c																													3
Nr. 7	a																													
	b																													
	c																													
Nr. 8	a													1,8																
	b													1,1																
	c													1																
Nr. 9	a				0,4						3,2	0,6		11,2	62,8	23,4	8,3	69,8												
	b				0,1						1,1	0,2		3,7	20,6	7,7	2,7	22,9												
	c				1						1	1		3	3	4	4	6												
Nr. 10	a																													
	b																													
	c																													
Gesamt	a	10,9	42,7	1,9	10,6	5,9	7,8	11,6	33,5	25,6	71,6	5,5	119,7	37,1	117,3	160,0	175,8	196,0	10,7	22,8	234,0	272,8	296,0	164,3	181,1	73,0	22,3	63,3	23,2	2400,0
	b	0,5	1,8	0,1	0,4	0,2	0,3	0,5	1,4	1,1	3,0	0,2	5,0	1,5	4,9	6,7	7,3	8,2	0,4	0,9	9,8	11,4	12,3	6,8	7,6	3,0	0,9	2,8	1,0	100,0
	c	22	6	4	20	4	5	6	13	6	16	6	20	7	7	18	18	30	2	2	10	23	49	22	20	5	6	9	32	388

* a = Fläche in ha b = Fläche in % c = Häufigkeit

Tabelle 3: Die Ökosystemtypen und ihre Nutzung (Mittel 1967/68)

Nutzung	Ökosystemtypen																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Fläche in ha	10,9	42,7	1,9	10,6	5,9	7,8	11,6	33,5	25,6	71,6	5,5	119,7	37,1	117,3	160,0	175,8	196,0	10,7	22,8	234,0	272,8	296,0	164,3	181,1	73,0	22,3
davon in %																										
1 Gebäudefl. Wege ¹⁾		5,7			9,6	71,5	35,2	33,5	37,0	1,8		7,3	8,4	10,0	9,8	7,9	16,8	2,2	3,5	8,9	10,8	22,4	21,5	48,4	17,3	6,7
2 nicht genutzt	8,1	2,1																								15,0
3 Feldgemüse ²⁾								3,7						1,3	1,8						0,1	0,9	1,1	1,7	1,3	
1 - 3	8,1	7,8			9,6	71,5	35,2	37,2	37,0	1,8		7,3	8,4	11,3	11,6	7,9	16,8	2,2	3,5	8,9	10,9	23,3	22,6	50,1	33,6	6,7
4 Forst	54,0	13,0	74,4	48,6				14,8	30,1	33,6	19,5	35,3		8,1	17,5	2,1	24,4	40,1	32,7	1,3	1,1	7,1	2,8	18,0	27,8	66,7
nicht landw. gen. 1 - 4	62,1	20,8	74,4	48,6	9,6	71,5	35,2	52,0	67,1	35,4	19,5	42,6	8,4	19,4	29,1	10,0	41,2	42,3	36,2	10,2	12,0	30,4	25,4	68,1	61,4	73,4
5 Grünland	37,9	79,2	25,6	51,4	90,4	28,5	64,8	35,5	13,6	63,0	76,5	39,5	90,5	53,8	39,1	17,8	28,0	13,3	10,2	17,3	9,1	7,1	10,5	5,0	3,1	
6 Ackerland								12,5	19,3	1,6	4,0	17,9	1,1	26,8	31,8	72,2	30,8	39,4	53,6	72,5	78,9	62,5	64,1	26,9	35,5	26,6
L N 5 - 6	37,9	79,2	25,6	51,4	90,4	28,5	64,8	48,0	32,9	64,6	80,5	57,4	91,6	80,6	70,9	90,0	58,8	57,7	63,8	89,8	88,0	69,6	74,6	31,9	38,6	26,6
7 Zuckerrüben								1,6				0,5	0,2	1,8	1,8	9,4	3,1	4,5	1,1	5,5	7,9	6,9	0,9		0,4	
8 Futterrüben								0,4	0,7			1,8		3,0	1,9	4,4	1,4	2,5	0,9	3,9	5,0	3,0	3,6	0,8	1,6	0,4
9 Kartoffeln								1,0	3,3			0,9			0,8	3,4	0,7			3,4	4,3	5,5	3,8	3,9	8,3	5,8
Hackfrucht ges.								3,0	4,0			3,2	0,2	4,8	4,5	17,2	5,2	7,0	2,0	12,8	17,2	15,4	8,3	4,7	10,3	6,2
10 Weizen								0,6		0,5		4,0		3,3	5,7	13,6	5,2	11,2	12,1	13,1	13,4	8,7	3,8	0,3	2,1	1,5
11 Wintergerste								3,0	2,7	0,1		4,6	0,7	4,2	8,4	14,5	5,8	7,5	12,4	10,2	15,6	12,4	11,5	1,7	9,8	7,8
12 Sommergerste								2,1	1,9	0,6	2,0	0,9		6,9	3,2	9,9	3,6	2,3	6,3	5,7	10,2	6,7	11,7	5,6	2,3	2,7
13 Gemenge ³⁾									3,6	0,4		2,6		0,7	2,0	1,3	2,8	7,6		7,0	3,5	3,3	3,7	2,1	2,4	1,9
14 Mais																0,4	0,5		4,3	0,3	0,9	0,5	1,7	0,4		
15 Hafer								1,9	2,0		2,0			1,6	2,8	5,2	1,9	3,8	6,5	4,6	3,9	2,5	3,5	0,9	0,4	
16 Roggen								1,0	2,2			1,5	0,2	1,5	1,9	4,5	2,4		1,9	8,5	7,4	7,4	12,3	7,3	4,3	3,8
Getreide ges.								8,6	12,4	1,6	4,0	13,6	0,9	18,2	24,0	49,4	22,2	32,4	43,5	49,4	54,9	41,5	48,2	18,3	21,3	17,7
17 Raygras ⁴⁾								0,9	2,9			1,1		3,6	3,3	5,6	3,4		8,1	10,3	6,8	5,6	7,6	3,9	3,9	2,7
anspruchsv. Feldfr. (7, 10, 11)								5,2	2,7	0,6		9,1	0,9	9,5	15,9	37,5	14,1	23,2	35,6	28,8	36,9	28,0	16,2	2,0	12,3	9,3
mäß. anspruchsv. F. (12- 15, 17)								4,9	10,4	1,0	4,0	4,6		12,8	11,3	22,4	12,2	13,7	25,2	27,9	25,3	18,6	28,2	12,9	9,0	7,3
wenig anspruchsv. F. (8, 9, 16)								2,4	6,2			4,2	0,2	4,5	4,6	12,3	4,5	2,5	2,8	15,8	16,7	15,9	19,7	12,0	14,2	10,0

1) einschl. Straßengrüb., Hoffl., Lagerpl., Hausgärt. u. ä. 2) einschl. Baumschulen, Blumen-/Unterglaskult. d. Erwerbsgärt. 3) So-Gerste u. Hafer 4) einschl. Klee, Luzerne, Bohnen

Tabelle 4: Die Ökosystemtypen und ihre landwirtschaftliche Nutzung (Mittel 1967/68)

Nutzung	Ökosystemtypen																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
LN in ha	4,1	33,8	0,5	5,4	5,3	2,2	7,5	16,0	8,4	46,3	4,4	63,8	33,9	94,5	113,5	158,2	115,4	6,2	14,6	210,0	240,3	206,2	122,6	57,7	28,2	5,9
davon in %																										
Grünland	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	73,9	41,4	97,5	95,0	69,0	98,8	64,0	55,1	19,7	47,6	31,5	15,9	19,3	10,4	10,2	14,1	15,7	7,7	
Ackerland								26,1	58,6	2,5	5,0	31,0	1,2	33,0	44,9	80,3	52,4	68,5	84,1	80,7	89,6	89,8	85,9	84,3	92,3	100,0
1 Zuckerrüben								3,4				0,8		2,3	2,5	10,4	5,3	7,8	1,8	6,1	8,9	9,9	1,2		1,0	
2 Futterrüben								0,9	2,2			3,2	0,2	3,7	2,7	4,9	2,4	4,3	1,4	4,4	5,7	4,3	5,3	2,6	4,3	1,5
3 Kartoffeln								2,1	10,0			1,5			1,2	3,8	1,1			3,8	4,9	8,0	4,8	11,9	21,3	21,8
Hackfrucht ges.								6,4	12,2			5,5	0,2	6,0	6,4	19,1	8,8	12,1	3,2	14,3	19,5	22,2	11,3	14,5	26,6	23,3
4 Weizen								1,2		0,8		7,0		4,1	7,9	15,1	8,9	19,5	19,0	14,6	15,2	12,5	5,0	0,9	5,7	5,8
5 Wintergerste								6,2	7,9	0,1		7,8	0,8	5,2	11,8	16,1	9,9	13,1	19,5	11,3	17,7	17,8	15,6	5,5	25,8	29,2
6 Sommergerste								4,3	5,7	1,0	2,4	1,6		8,5	4,6	11,0	6,2	4,0	9,9	6,4	11,6	9,7	15,6	17,7	5,8	10,3
7 Mais															0,5	0,8		6,7	0,3	1,0	0,6	2,2	1,3			
8 Gemenge *									11,2	0,6		4,6		0,9	2,8	1,5	4,7	13,2		7,8	4,0	4,6	4,9	6,6	6,3	7,0
9 Hafer								4,1	5,8		2,6			1,9	4,0	5,8	3,2	6,6	10,3	5,1	4,4	3,6	4,7	2,7	1,0	
10 Roggen								2,1	6,9			2,6	0,2	1,9	2,7	5,0	4,1		3,0	9,4	8,4	10,7	16,3	22,8	11,0	14,3
Getreide ges.								17,9	37,5	2,5	5,0	23,6	1,0	22,5	33,8	55,0	37,8	56,3	68,4	54,9	62,3	59,5	64,3	57,5	55,6	66,6
11 Raygras **								1,8	8,9			1,9		4,5	4,7	6,2	5,8		12,5	11,5	7,5	7,3	10,3	12,3	10,1	10,1
12 Bohnen																				0,3	0,8					
anspruchsv. Feldfr. (1, 4, 5)								10,8	7,9	0,9		15,6	0,8	11,6	22,2	41,6	24,1	40,4	40,3	32,0	41,8	40,2	21,8	6,4	32,5	35,0
mäß. anspruchsv. F. (6 - 9, 11, 12)								10,2	31,6	1,6	5,0	8,1		15,8	16,1	25,0	20,7	23,8	39,4	31,1	28,8	26,6	37,7	40,6	23,2	27,4
wenig anspruchsv. F. (2, 3, 10)								5,1	19,1			7,3	0,4	5,6	6,6	13,7	7,6	4,3	4,4	17,6	19,0	23,0	26,4	37,3	36,6	37,6

* Sommergerste u. Hafer ** eingeschl. kleine Klee-u. Luzerneanbauflächen

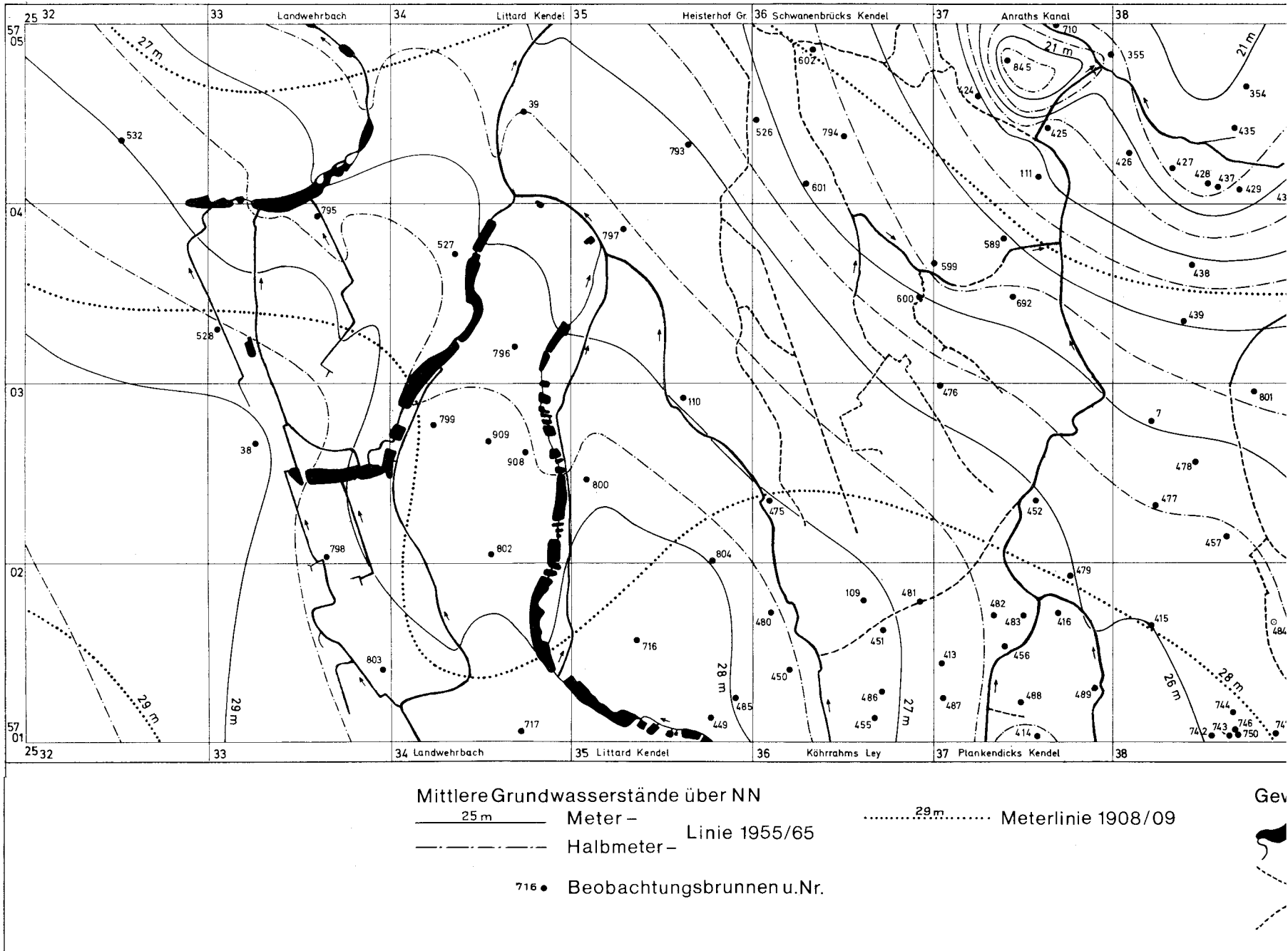
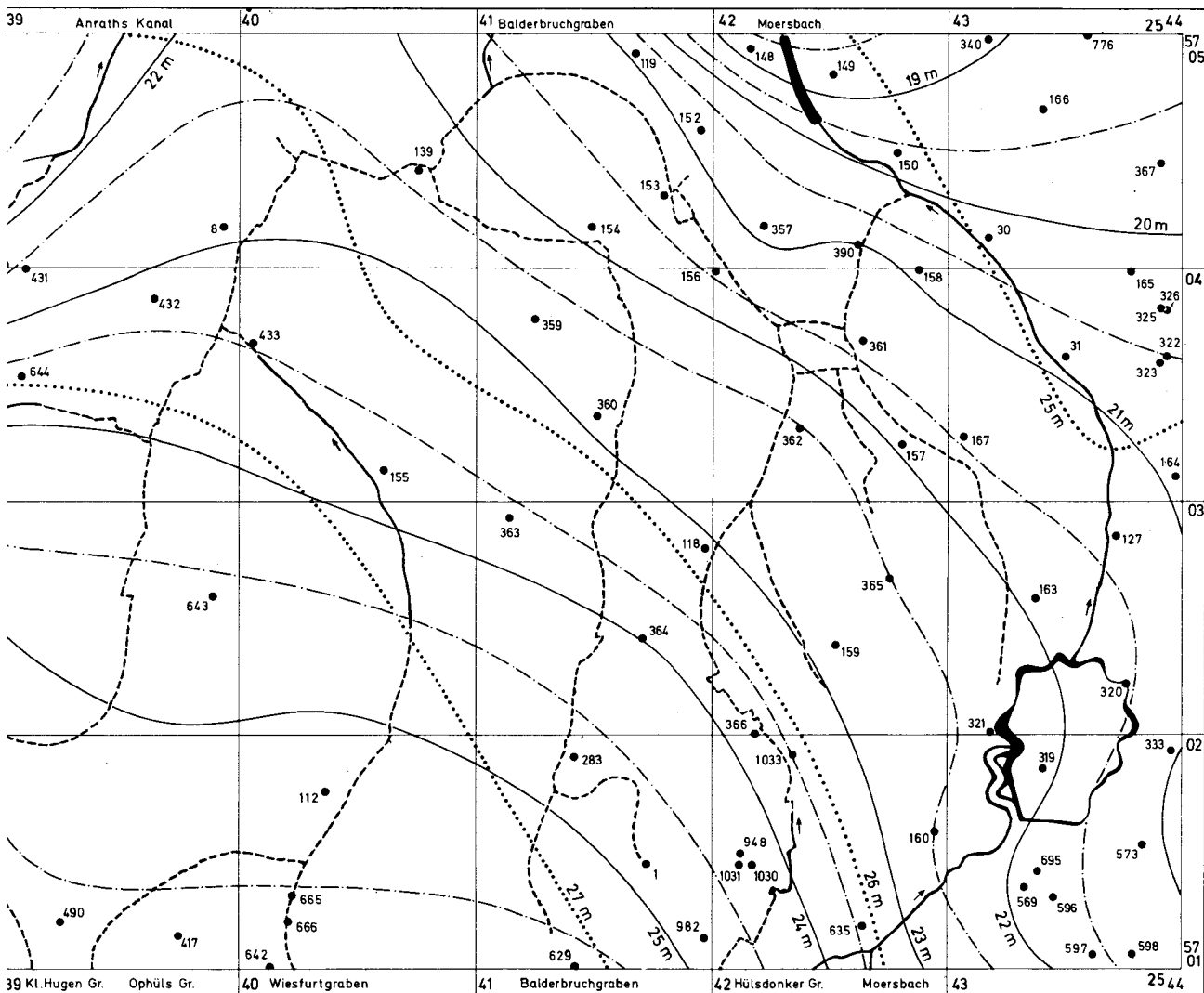

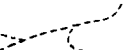


Abb. 8: Grundwasserstand und Gewässer

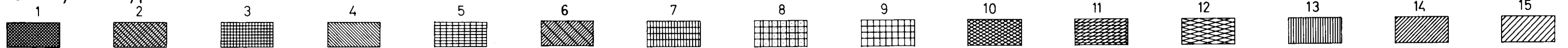


Wässer und Gräben

-  Teiche, wasserführende Kandelbäche und Gräben
-  Trockene Kandelbachbetten und Gräben
(nach eigenen Beobachtungen 1966/68)



Ökosystemtypen



Flächenanteil der einzelnen Ökosystemtypen in v.H. der Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes

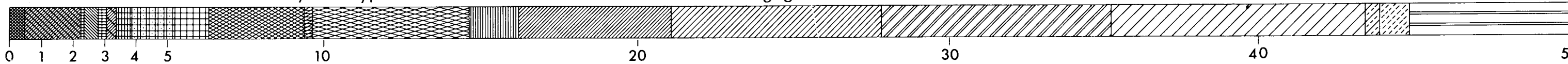
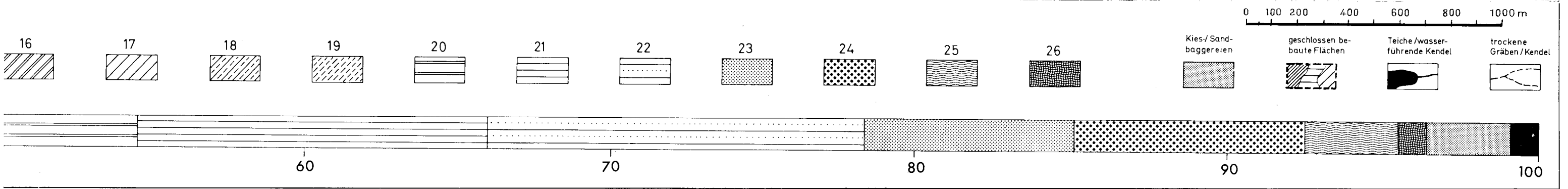


Abb.9: Das Ö



otopgefüge

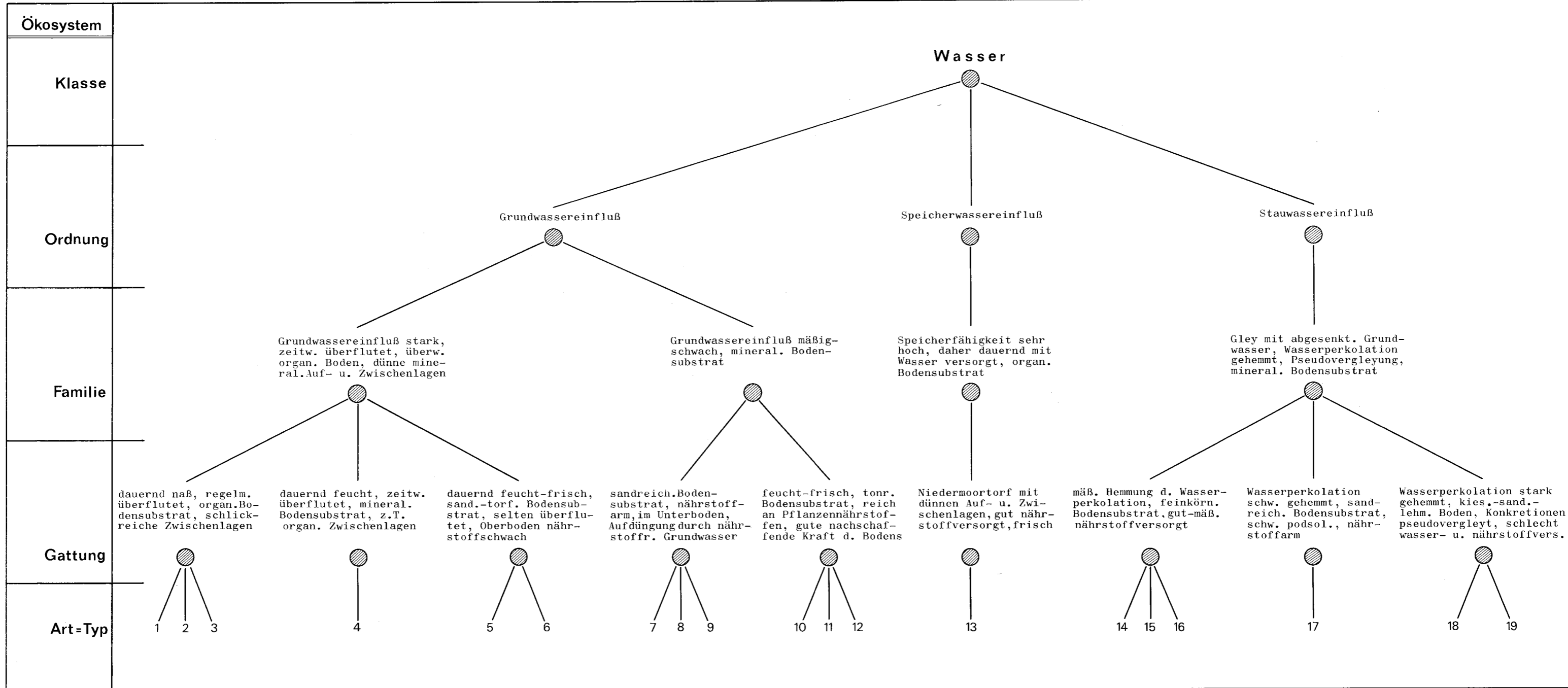


Abb.10: Versuch einer Klassifikation der vorgefundenen Ökosysteme nach Haupt- und Nebenfaktoren

Lehm



hohe Basensättigung u.
wasserhaltende Kraft,
Lessivierung



ebenes Gelände, Gefahr
der Verschlammung und
oberflächl. Verdichtung



Lehm-sand. Lehm, Pa-
rabraunerde mäß.-
gut. Basensättigung,
gut wasserhaltend,
frisch

stark sand. Lehm-lehm.
Sand; Parabraunerde
mäß.-schw. Basensätti-
gung, mäß. wasserhaltend,
frisch-trocken



20 21



22

Sand-Kies



mäß.-geringe Basen-
sättigung u. wasser-
haltende Kraft, Pod-
solierung



ebenes Gelände,
Gefahr durch
Windabtragung

hängiges Gelände,
Erosionsgefahr
durch Wasser u. Wind



schw. lehm. Sand-Sand,
podsol. Braunerde,
geringe Basensätti-
gung, trocken



schw. lehm.-kies. Sand,
podsol. Braunerde,
geringe Basensättigung,
Bodenprofile gekappt,
trocken-dürr



23 24



25 26

Beilage 4 zu: Spieker, Heft 21, 1973
 Hofmann, Moerser Land

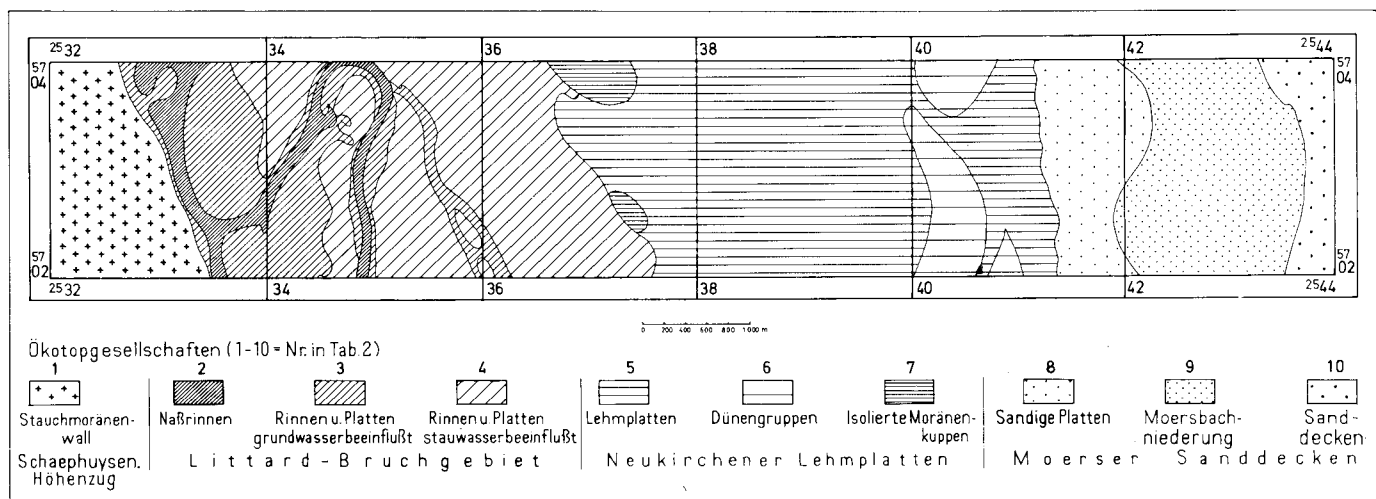


Abb. 11: Ökotopgesellschaften und Naturräume

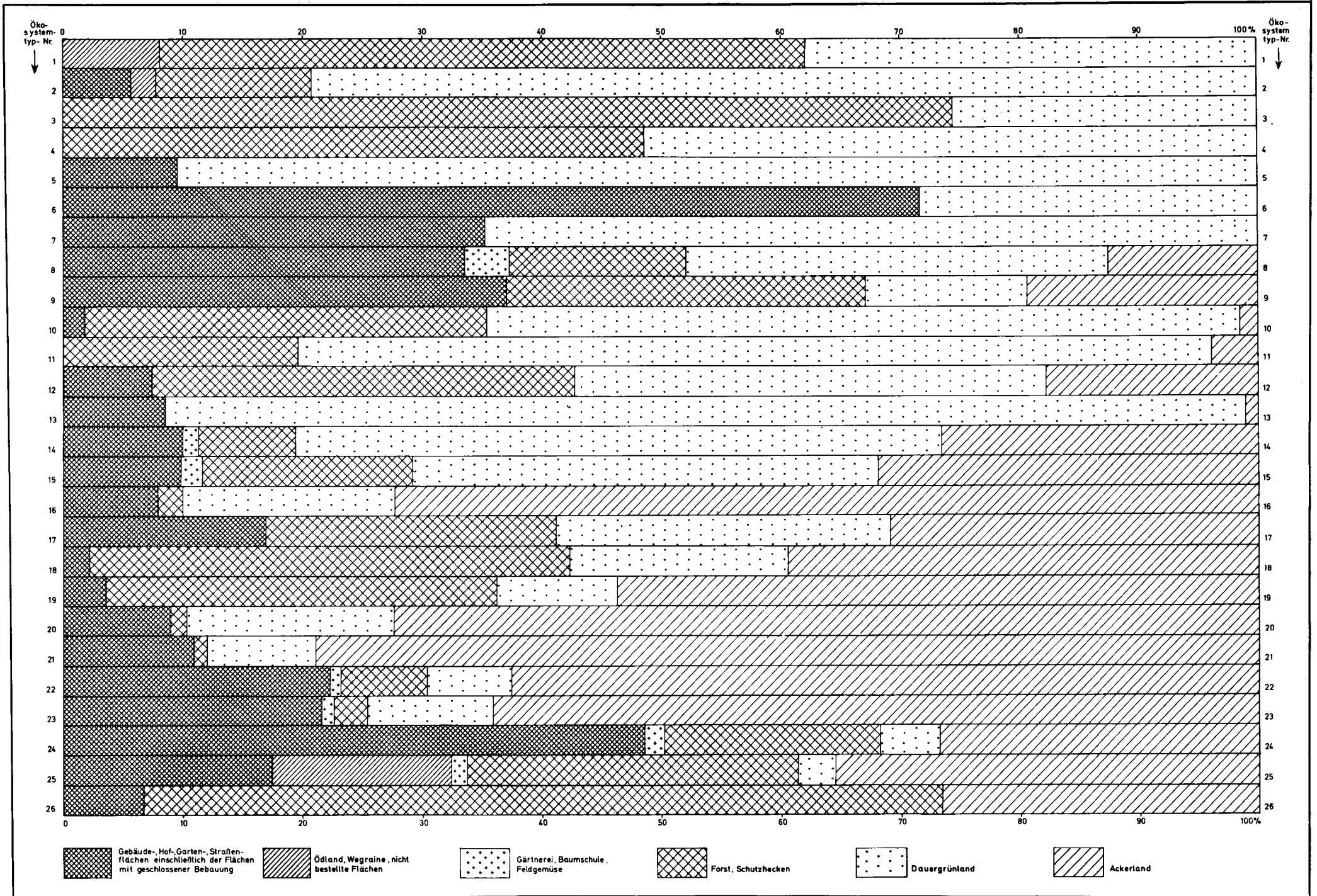


Abb. 12: Ökosysteme und Nutzungsarten

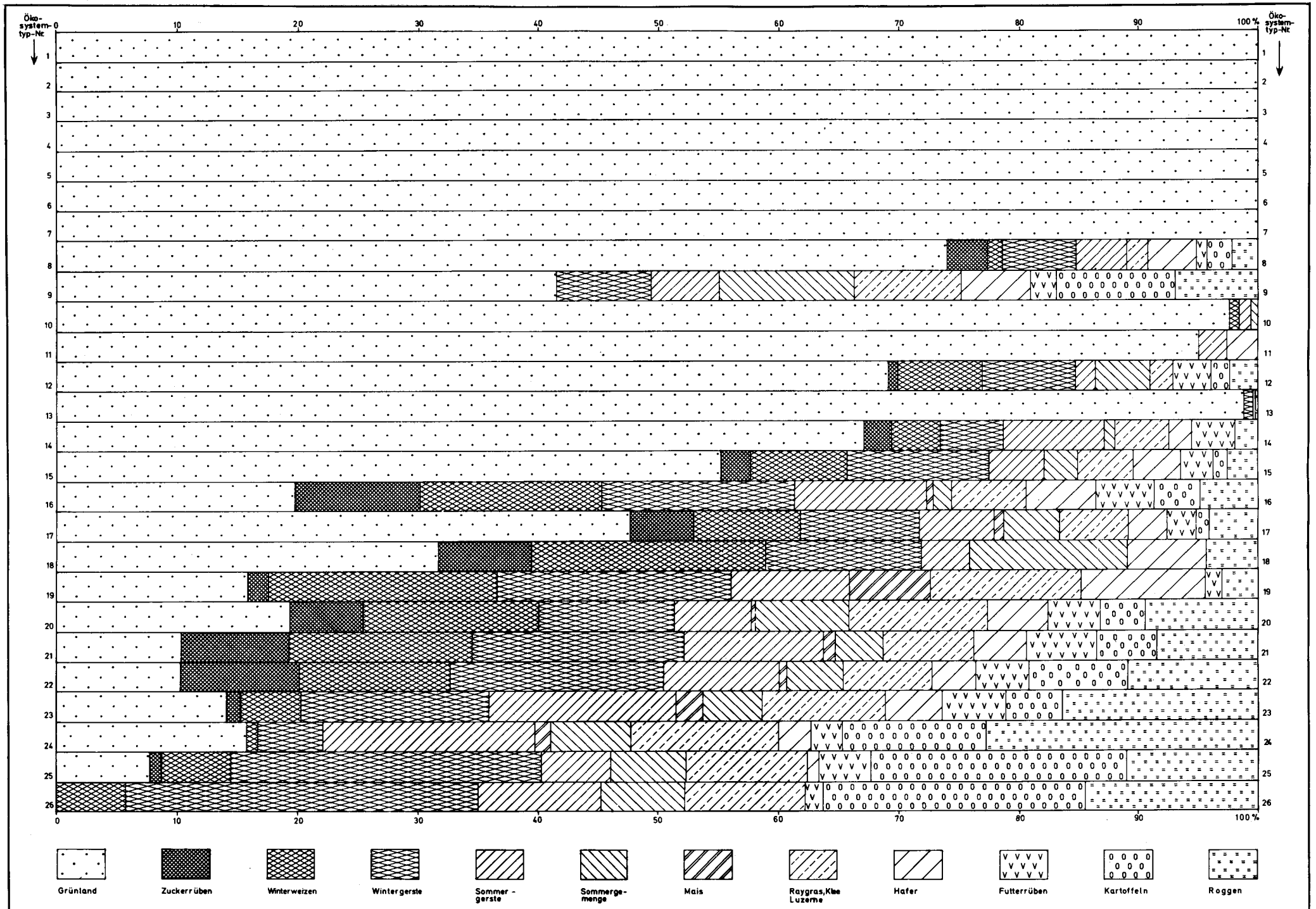
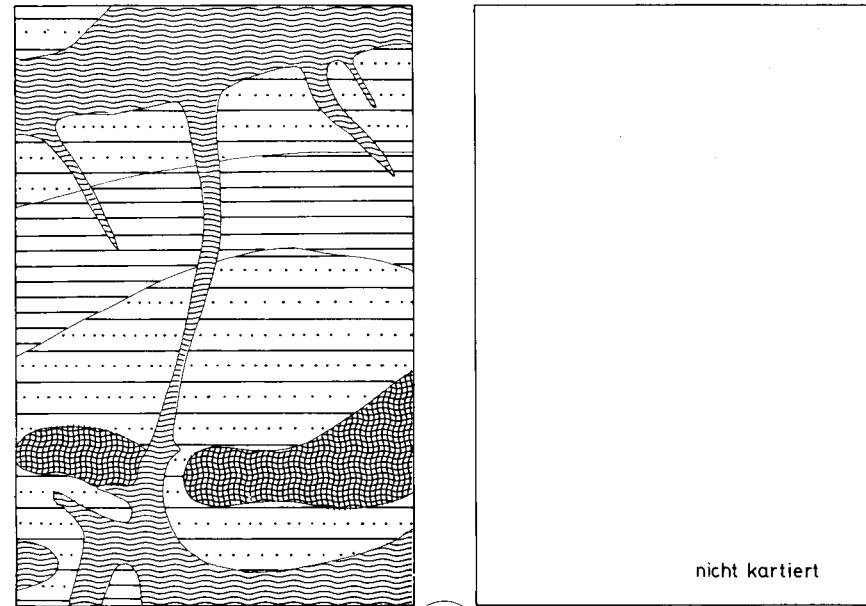


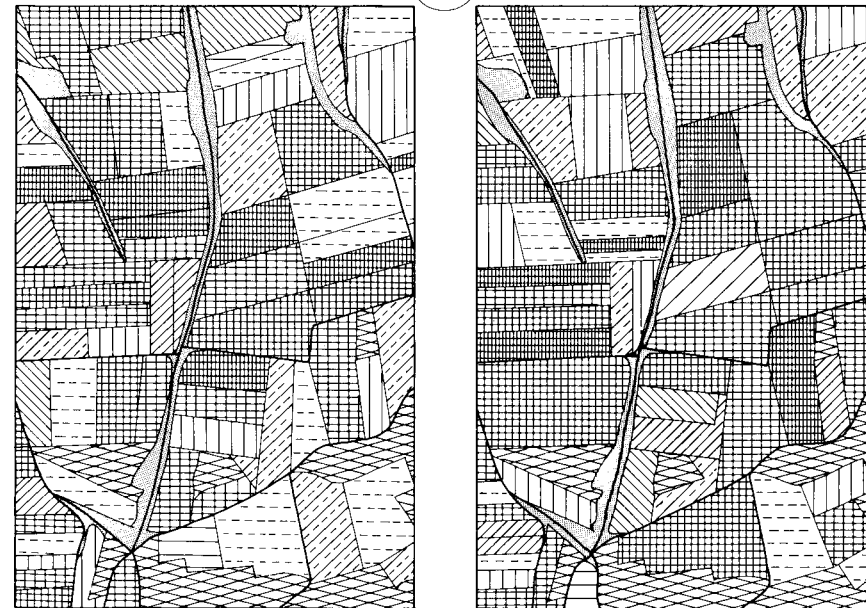
Abb.13: Ökosysteme und landwirtschaftliche Nutzung

A Schaephuysener Höhenzug



Ökotope

1966

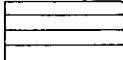
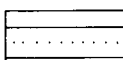
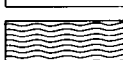



1967

0 100 200 300 400 m

1968

Ökotope

-  Flachhang, lehmiger Sand, Parabraunerde, Basensättigung u. wasserhalt. Kraft mäßig, frisch
-  Flachhang, schwach lehmiger Sand, Parabraunerde, Basensättigung u. wasserhaltende Kraft mäß.-gering, frisch-trocken
-  über 6° geneigte Hänge, kiesiger, sehr schwach lehmiger Sand, podsolige Braunerde, Basensättigung u. wasserhaltende Kraft gering
-  abgetragene Moränenkuppen, Kies u. Sand, Podsol-Braunerde, Basensättigung u. wasserhaltende Kraft sehr gering

Landwirtschaftliche Nutzung

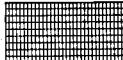



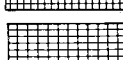
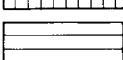

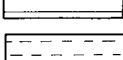

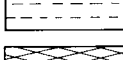

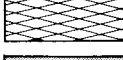
- | | |
|--|--|
|  Zuckerrüben |  Raygras |
|  Weizen |  Roggen |
|  Wintergerste |  Futterrüben |
|  Sommergerste |  Kartoffeln |
|  Gemenge |  Forst, Busch |
|  Hafer |  nicht genutzt (Wegraine, Böschungen) |

Abb.14: Ökotope und landwirtschaftliche Nutzung

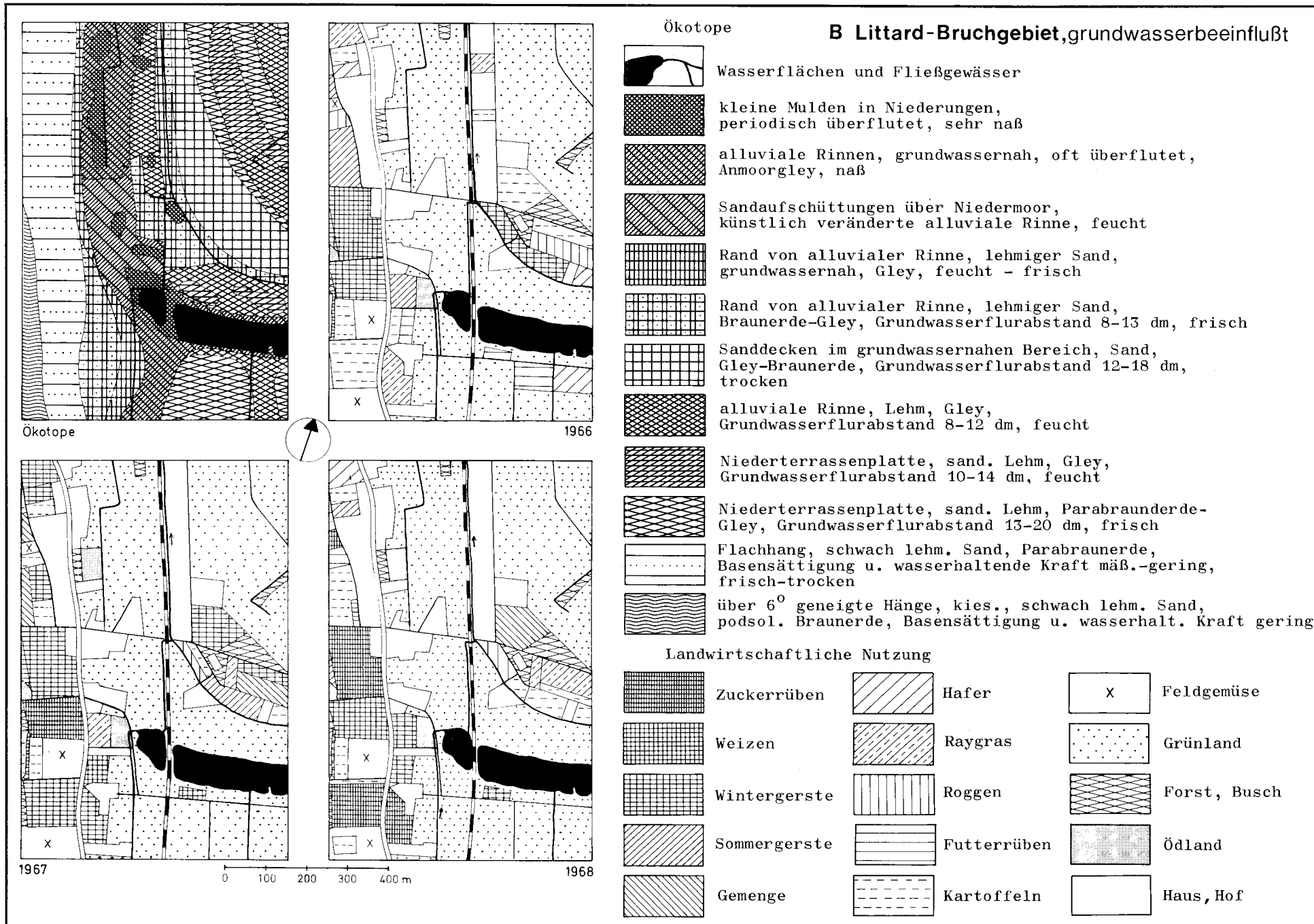


Abb.14: Ökotope und landwirtschaftliche Nutzung

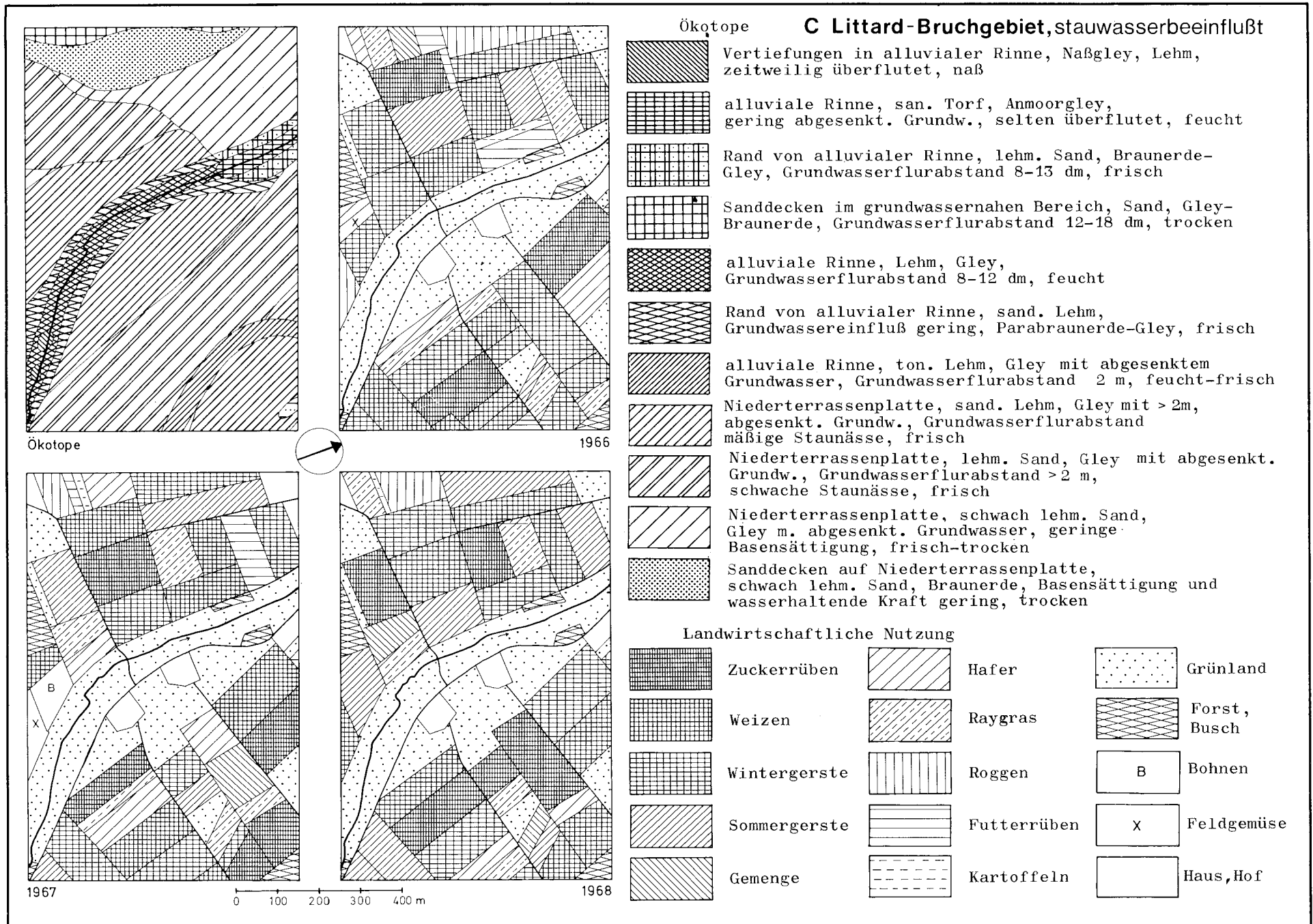
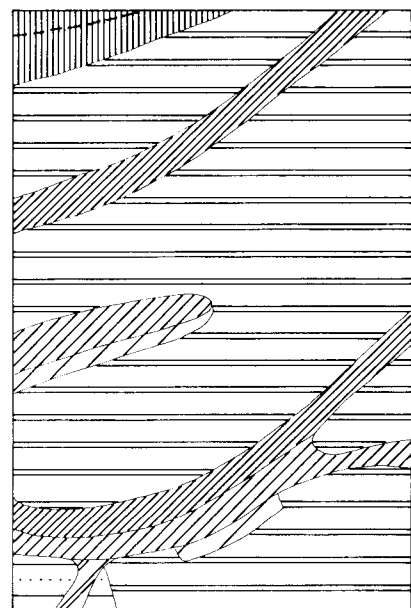
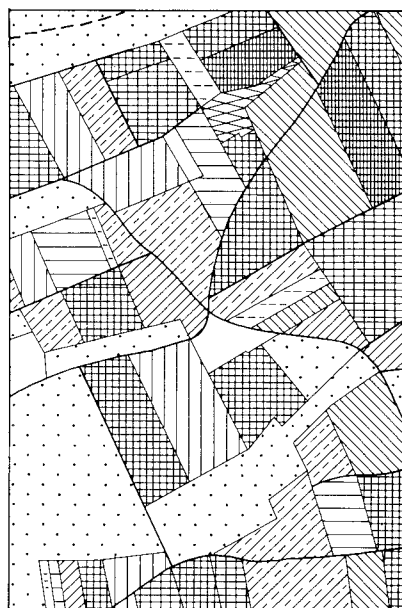


Abb.14: Ökotope und landwirtschaftliche Nutzung

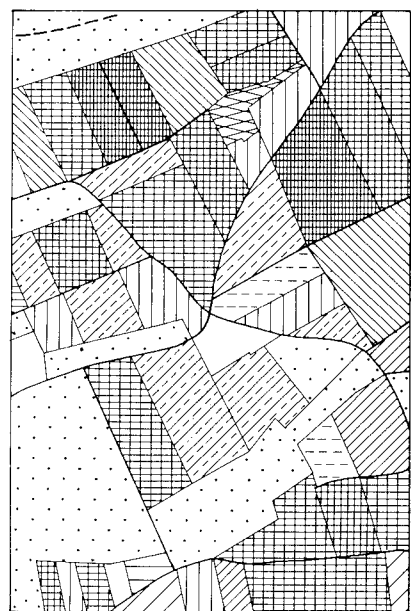
D Neukirchener Lehmplatten



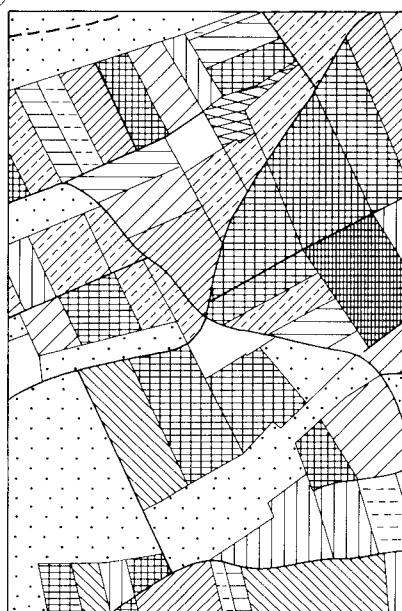
Ökotope



1966



1967



1968

0 100 200 300 400 m

Ökotope

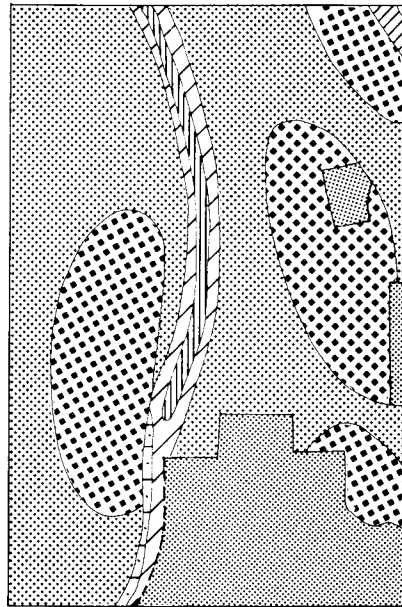
- | | |
|--|--|
| | alluviale Rinne, sand. oder lehm. Torf, Anmoorgley mit abgesenkt. Grundwasser, wasserhaltende Kraft u. Basensättigung hoch, frisch |
| | alluviale Rinne, ton. Lehm, Gley m. abgesenktem Grundw., Grundwasserflurabstand > 2 m, feucht-frisch |
| | alluviale Rinne, sand. Lehm, Gley abgesenktem Grundw., Grundwasserflurabstand > 2 m, frisch |
| | alluviale Rinne, lehm. Sand, Gley m. abgenktem Grundwasser, Grundwasserflurabstand > 2 m, schwache Staunässe, frisch |
| | Eintiefung in Niederterrassenplatte, schwach lehm. Sand, Gley mit abgesenktem Grundw., geringe Basensättigung, frisch-trocken |
| | Niederterrassenplatte, sand. Lehm, Parabraunerde, Basensättigung u. wasserhaltende Kraft hoch, frisch |
| | Niederterrassenplatte, schw. lehm. Sand, Parabraunerde, Basensättigung u. wasserhaltende Kraft mäßig-gering, frisch-trocken |

Landwirtschaftliche Nutzung

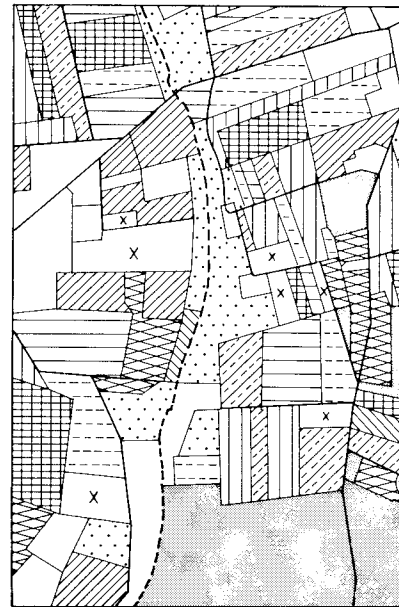
- | | | | | | |
|--|--------------|--|-------------|--|--------------|
| | Zuckerrüben | | Raygras | | Grünland |
| | Weizen | | Hafer | | Forst, Busch |
| | Wintergerste | | Roggen | | Haus, Hof |
| | Sommergerste | | Futterrüben | | |
| | Gemenge | | Kartoffeln | | |

Abb.14: Ökotope und landwirtschaftliche Nutzung

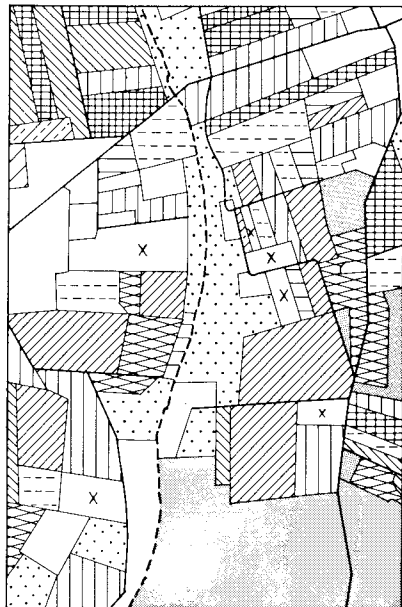
E Moerser Sanddecken



Ökotope



1966



1967



1968

0 100 200 300 400 m

Ökotope

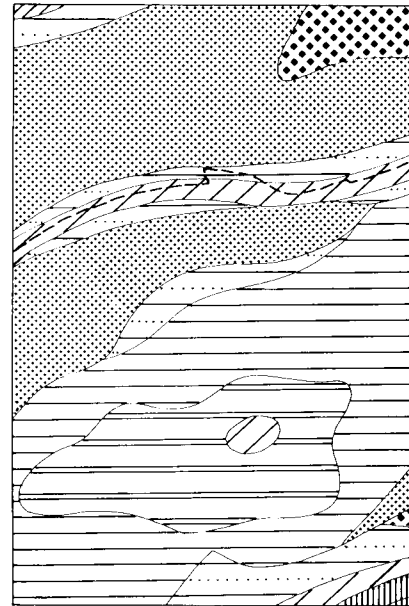
- alluviale Rinne, sandiger oder lehmiger Torf, Anmoorgley mit abgesenktem Grundw., wasserhaltende Kraft u. Basensättigung hoch, frisch
- alluviale Rinne, sandiger Lehm, Gley mit abgesenktem Grundw., Grundwasserflurabstand >2 m, frisch
- alluviale Rinne, schw. lehm. Sand, Gley mit abgesenktem Grundw., geringe Basensättigung, frisch-trocken
- Rand von alluvialer Rinne, schwach lehmiger Sand, Parabraunerde, Basensättigung u. wasserhaltende Kraft mäßig-gering, frisch-trocken
- Sanddecken auf Niederterrassenplatte, sehr schwach lehm. Sand, Braunerde, Basensättigung u. wasserhaltende Kraft gering, trocken
- Sanddecken auf Niederterrassenplatte, Sand, podsolige Braunerde, Basensättigung u. wasserhaltende Kraft sehr gering, trocken
- Kies- u. Sandgruben

Landwirtschaftliche Nutzung

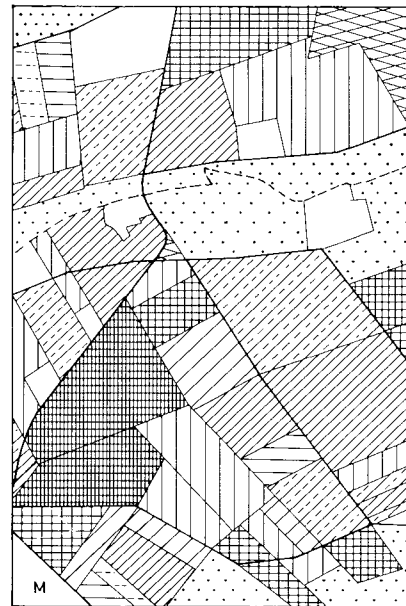
- | | | |
|--------------|-------------|--------------|
| Weizen | Hafer | Forst, Busch |
| Wintergerste | Roggen | Ödland |
| Sommergerste | Futterrüben | Haus, Hof |
| Gemenge | Kartoffeln | |
| Raygras | Grünland | |

Abb.14: Ökotope und landwirtschaftliche Nutzung

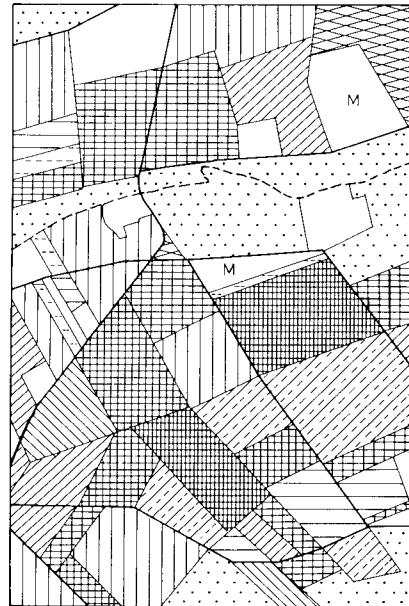
F Sand- und Lehmplatten, Vergleich



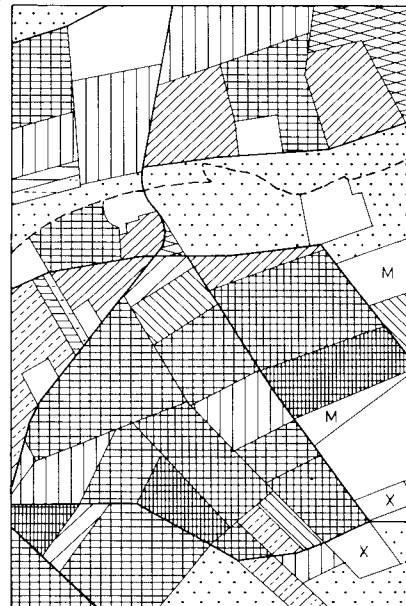
Ökotope



1966



1967



1968

0 100 200 300 400 m

Ökotope

- alluviale Rinne, sandiger oder lehmiger Torf, Anmoorgley mit abgesenktem Grundwasser, wasserhaltende Kraft u. Basensättigung hoch, frisch
- alluviale Rinne, schwach lehmiger Sand, Gley mit abgesenktem Grundw., geringe Basensättigung, frisch-trocken
- Niederterrassenplatte, sand. Lehm, Parabraunerde, Basensättigung u. wasserhaltende Kraft hoch, frisch
- Niederterrassenplatte, lehm. Sand, Parabraunerde, Basensättigung u. wasserhaltende Kraft mäßig, frisch
- Niederterrassenplatte, schwach lehmiger Sand, Parabraunerde, Basensättigung u. wasserhaltende Kraft mäßig-gering, frisch-trocken
- Sanddecken auf Niederterrassenplatte, sehr schwach lehmiger Sand, Braunerde, Basensättigung u. wasserhaltende Kraft gering, trocken
- Sanddecken auf Niederterrassenplatte, Sand, podsolige Braunerde, Basensättigung u. wasserhaltende Kraft sehr gering, trocken

Landwirtschaftliche Nutzung

- | | | | | | |
|--|--------------|--|-------------|--|-------------|
| | Zuckerrüben | | Raygras | | Mais |
| | Weizen | | Hafer | | Feld-gemüse |
| | Wintergerste | | Roggen | | Grünland |
| | Sommergerste | | Futterrüben | | Busch |
| | Gemenge | | Kartoffeln | | Haus, Hof |

Abb.14: Ökotope und landwirtschaftliche Nutzung

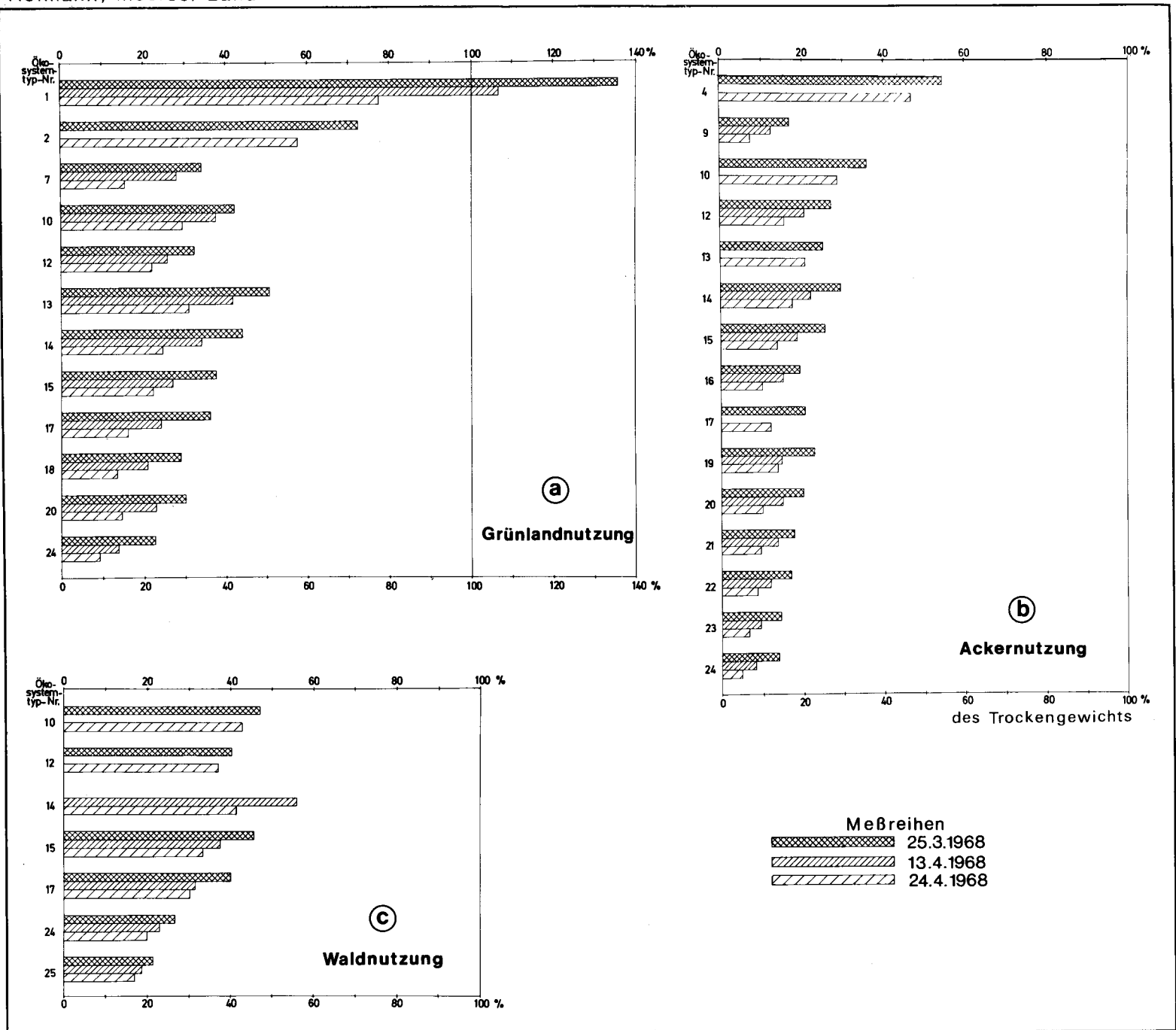


Abb. 15: Bodenfeuchte bei Grünland-, Wald- u. Ackernutzung